

История науки — Том 4

Эдвард Хантингтон Уильямс
Генри Смит Уильямс

A History of Science — Volume 4

Henry Smith Williams and Edward



Электронная книга проекта "Гутенберг" по истории науки — Том 4

Эта электронная книга предназначена для использования любым человеком в любой точке Соединенных Штатов и большинства других частей мира бесплатно и практически без каких-либо ограничений. Вы можете скопировать его, раздать или повторно использовать в соответствии с условиями лицензии Project Gutenberg, прилагаемой к этой книге, или онлайн по адресу www.gutenberg.org. Если вы находитесь за пределами Соединенных Штатов, вам необходимо ознакомиться с законами страны, в которой вы находитесь, прежде чем использовать эту электронную книгу.

Название: История науки — Том 4

Автор: Генри Смит Уильямс

Эдвард Хантингтон Уильямс

Дата выхода: 1 апреля 1999 [Электронная книга №1708]

Последнее обновление: 29 января 2013

Язык: Английский

В титрах: Продюсеры Чарльз Келлер и Дэвид Уиджер

*** НАЧАЛО ПРОЕКТА "ЭЛЕКТРОННАЯ КНИГА ГУТЕНБЕРГА По ИСТОРИИ НАУКИ" — ТОМ 4 ***

ИСТОРИЯ НАУКИ

АВТОР: ГЕНРИ СМИТ УИЛЬЯМС, доктор медицины, ДОКТОР права.

АССИСТИРОВАЛ ЭДВАРД Х. УИЛЬЯМС, доктор МЕДИЦИНЫ

В ПЯТИ ТОМАХ

ТОМ IV.

Содержание

КНИГА IV. СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ ХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

- I. ТЕОРИЯ ФЛОГИСТОНА В ХИМИИ
- II. ЗАЧАТКИ СОВРЕМЕННОЙ ХИМИИ
- III. ХИМИЯ СО ВРЕМЕН ДАЛТОНА
- IV. АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ В ВОСЕМНАДЦАТОМ ВЕКЕ
- V. АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ В ДЕВЯТНАДЦАТОМ ВЕКЕ
- VI. ТЕОРИИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ
- VII. МЕДИЦИНА ВОСЕМНАДЦАТОГО ВЕКА
- VIII. МЕДИЦИНА ДЕВЯТНАДЦАТОГО ВЕКА
- IX. НОВАЯ НАУКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ПСИХОЛОГИИ
- X. НОВАЯ НАУКА ВОСТОЧНАЯ АРХЕОЛОГИЯ
- ПРИЛОЖЕНИЕ

КНИГА IV. СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ ХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

ЧТО касается хронологии, то эпоха, рассматриваемая в настоящем томе, идентична эпохе, рассматриваемой в предыдущем. Но теперь, что касается предмета, мы переходим к тем разнообразным фазам физического мира, которые являются областью деятельности химика, и к тем еще более сложным процессам, которые имеют отношение к живым организмам. Перемены здесь настолько радикальны, что кажется, будто мы вступаем в новые миры; и все же здесь, как и прежде, есть намеки на новые открытия, сделанные еще во времена Греции. Решение проблемы дыхания напомним нам, что Анаксагор наполовину разгадал секрет; и в тех разнообразных исследованиях, которые рассказывают нам о дальтоновском атоме в его чудесных превращениях, нам снова напомним о клазоменском философе и его преемнике Демокрите.

И все же мы зашли бы слишком далеко в аналогии, если бы предположили, что грек древности или любой другой мыслитель более позднего периода проникал, пусть даже самым смутным образом, во все тайны, которые девятнадцатый век раскрыл в областях химии и биологии. Самое большее, проникательность тех великих греков и замечательных философов семнадцатого века, которые так часто казались на пороге наших более поздних открытий, не более чем смутно предвосхищала их преемников более позднего столетия. Получить точные, действительно специфические знания о свойствах элементарных тел было прерогативой химиков недавней эпохи. Туманные рассуждения греков относительно органической эволюции распространились по всему миру благодаря точным выводам Дарвина. Если средневековый араб пытался притупить нож хирурга с помощью лекарств, то его результаты вряд ли заслуживают того, чтобы их можно было назвать даже предвосхищением современной анестезии. И когда мы говорим о профилактической медицине — о бактериологии во всех ее аспектах, — мы имеем дело с удивительной областью, о которой ни одно предыдущее поколение людей не имело даже малейшего представления.

Таким образом, в целом те области науки, которые лежат перед нами, являются, возможно, самыми замечательными и увлекательными из всех. Подобно тому, как главы предыдущей книги перенесли нас в макрокосм непостижимой величины, наши нынешние исследования призваны раскрыть микрокосм столь же непостижимой малости. Поскольку исследования физика пытались раскрыть саму природу материи и энергии, теперь мы должны искать решение еще более непостижимых проблем жизни и разума.

I. ТЕОРИЯ ФЛОГИСТОНА В ХИМИИ

Развитие науки химии из "науки" алхимии является ярким примером полной революции в отношении наблюдателей в области науки. Как указывалось в предыдущей главе, алхимик, имея предвзятое представление о том, как все должно быть, проводил все свои эксперименты, чтобы доказать свою предвзятую теорию; в то время как химик меняет это отношение ума и основывает свои концепции на результатах своих лабораторных экспериментов. Короче говоря, химия - это то, чем алхимия никогда не могла быть, индуктивная наука. Но этот переход от одной точки зрения к прямо противоположной был неизбежно очень медленным процессом. Идеи, которые бесспорно господствовали над умами последующих поколений в течение сотен лет, не могут быть ниспровергнуты в одно мгновение, если только причина такого ниспровержения не будет настолько очевидной, что ее нельзя будет оспорить. Рудиментарная химия, опрокинувшая алхимию, не имела ничего столь очевидного и осязаемого.

Великим первым шагом была замена одного принципа, флогистона, на три принципа - соль, серу и ртуть. Мы видели, как эксперимент по сжиганию или прокаливанию такого металла, как свинец, "разрушал" свинец как таковой, оставляя на его месте совершенно другое вещество, и как исходный металл мог быть восстановлен добавлением пшеницы в прокаленный продукт.

Для алхимика это было "умерщвлением" и "оживлением" металла. Ибо, как указывал Парацельс, "все, что могло быть убито человеком, также могло быть им оживлено, хотя это было невозможно для вещей, убитых Богом". Сжигание таких веществ, как дерево, воск, масло и т.д., также рассматривалось как такой же "убивающий" процесс, и тот факт, что алхимик не смог оживить их, рассматривался просто как недостаток мастерства с его стороны, и никоим образом не влияющий на саму теорию.

Но иконоборческий дух, если не принятие всех учений великого Парацельса, постепенно пускал корни среди высшего класса алхимиков, и примерно в середине семнадцатого века Роберт Бойль (1626-1691) обратил внимание на возможность ошибочного вывода из явления прокаливания металлов из-за очень важного фактора - действия воздуха, который обычно упускался из виду. И он призвал своих коллег из лабораторий уделять больше внимания некоторым другим явлениям, которые могут остаться незамеченными в обычном процессе прокаливания. В своей работе "Химик-скептик" он показал причины для сомнений в тройственном строении вещества; а в своей "Всеобщей истории воздуха" выдвинул несколько новых и тщательно изученных теорий относительно состава атмосферы. Это был важный шаг, и хотя Бойль не несет прямой ответственности за теорию флогистона, вполне вероятно, что его эксперименты с атмосферой оказали значительное влияние на настоящих основателей, Беккера и Штала.

Бойль очень определенно изложил свое представление о том, из чего, по его мнению, может состоять воздух. "Я предполагаю, что атмосферный воздух состоит из трех различных видов частиц, - говорит он. - первые - это те бесчисленные частицы, которые в виде паров или сухих испарений поднимаются от земли, воды, минералов, овощей, животных и т. Д.; Одним словом, любые вещества, поднятые небесным или подземным теплом и оттуда рассеянные в атмосфере. Второй может быть еще более тонким и состоять из этих чрезвычайно мельчайших атомов, магнитных излучений земли, с другими бесчисленными частицами, посылаемыми телами небесных светил и вызывающими, своим влиянием, идею света в нас. Третий вид - это его характерное и существенное свойство, я имею в виду постоянно эластичные части. Могут быть выдвинуты различные гипотезы, касающиеся структуры этих более поздних частиц воздуха. Их можно было бы уподобить часовым пружинам, свернутым и пытающимся восстановиться; шерсти, которая при сжатии приобретает упругую силу; тонким проволокам из различных веществ, консистенции, длины и толщины; в больших или меньших завитках, близко расположенных или удаленных друг от друга и т.д., но все они остаются пружинистыми, растяжимыми и сжимаемыми. Наконец, их также можно сравнить с тонкой стружкой различных пород дерева, различной по длине, ширине и толщине. И это, возможно, покажется наиболее подходящей гипотезой, потому что она в какой-то мере иллюстрирует образование рассматриваемых нами упругих частиц. Ибо не требуется никакого искусства или любопытных инструментов, чтобы изготовить эти стружки, изгибы которых отнюдь не однородны, а кажутся случайными; и что более примечательно, тела, которые раньше казались неэластичными, как балки и блоки, позволяют получить их".(1)

Хотя это объяснение состава воздуха является наиболее грубым, оно привлекло внимание к тому факту, что атмосфера - это не "просто ничто", а "нечто" с определенным составом, и это послужило хорошей основой для будущих исследований. Безусловно, Бойль был не первым и не единственным химиком, который подозревал, что воздух представляет собой смесь газов, причем не простую, и что только определенные из этих газов участвуют в процессе

прокаливания. Жан Рей, французский врач, и Джон Мэйюу, англичанин, провели предварительные эксперименты, которые убедительно показали, что воздух не является простым веществом; но работа Бойля была более известна и по своему эффекту, вероятно, более важна. Но, несмотря на все объяснения Бойля состава воздуха, он по-прежнему верил, что существует нечто необъяснимое, "жизненная субстанция", которую он не мог постичь и которая позже легла в основу теории флогистона Штала. Комментируя это таинственное вещество, Бойль говорит: "Трудность, с которой мы сталкиваемся в поддержании пламени, хотя бы на короткое время, без воздуха, заставляет подозревать, что в остальной атмосфере рассеяно какое-то странное вещество солнечной, астральной или другой чужеродной природы; из-за чего воздух так необходим для вещества пламени!" Именно эта идея привлекла внимание Джорджа Эрнста Штала (1660-1734), профессора медицины Университета Галле, который позже основал на ней свою новую теорию. Теория Штала была развитием более раннего химика, Иоганна Иоахима Беккера (1635-1682), по стопам которого он пошел и чьи эксперименты продолжил.

Во многих экспериментах Шталь был поражен тем фактом, что определенные вещества, хотя и сильно отличались друг от друга по многим параметрам, были схожи по горючести. Исходя из этого, он утверждал, что все горючие вещества должны содержать общий принцип, и этот принцип он назвал флогистоном. Он полагал, что этот флогистон тесно связан в сочетании с другими веществами в природе и в таком состоянии не воспринимается органами чувств; но предполагалось, что он улетучивается при сгорании вещества и становится видимым для органов чувств в виде огня. Другими словами, флогистон был чем-то заключенным в горючей структуре (сам по себе являющейся частью структуры) и высвобождался только тогда, когда эта структура была разрушена. Огонь, или пламя, был СВОБОДНЫМ флогистоном, в то время как заключенный в тюрьму флогистон назывался ОБЪЕДИНЕННЫМ ФЛОГИСТОНОМ, или комбинированным огнем. Своеобразным свойством этой странной субстанции было то, что она не любила свободу и всегда стремилась спрятаться в каком-нибудь горючем веществе. Предварительное предположение Бойля о том, что тепло - это просто движение, по-видимому, не было принято Шталем, или, возможно, оно было ему неизвестно.

Согласно флогистической теории, часть, оставшаяся после сжигания вещества, была просто исходным веществом, лишенным флогистона. Чтобы восстановить первоначальное горючее вещество, необходимо было нагреть остатки горения чем-нибудь таким, что легко сгорало, чтобы высвободившийся флогистон мог снова соединиться с золой. Это объяснялось предположением, что чем более горючим было вещество, тем больше флогистона оно содержало, и поскольку свободный флогистон всегда стремился соединиться с каким-нибудь подходящим веществом, было необходимо только смешать флогизирующие агенты, такие как древесный уголь, фосфор, масла, жиры и т.д., с золой исходного вещества и нагреть смесь, при этом освобожденный таким образом флогистон сразу соединялся с золой. Эта теория очень хорошо подходила в применении к кальцинированному свинцу, оживленному пшеничными зернами, хотя к некоторым другим продуктам кальцинирования она, по-видимому, вообще неприменима.

Из этого будет видно, что флогистическая теория была шагом к химии и отходом от алхимии. Это уводило от идеи "духа" в металлах, который нельзя увидеть, пощупать или оценить никакими органами чувств, и заменяло его принципом, который, хотя и был ложно понят, все же был гораздо более осязаемым, чем "дух", поскольку его можно было увидеть и пощупать как

свободный флогистон, а взвесить и измерить как объединенный флогистон. Определенность утверждения о том, что металл, например, состоит из флогистона и элемента, была гораздо менее загадочной, даже если и неверной, чем утверждение алхимика о том, что "металлы образуются в результате духовного действия трех принципов: соли, ртути и серы" — особенно, когда объясняется, что соль, ртуть и сера на самом деле не были тем, что подразумевалось под их названиями, и что не было общепринятого представления о том, что они собой представляют на самом деле.

Металлы, которые сейчас считаются элементарными телами, флогистианцы считали соединениями, и они верили, что прокаливание металла было процессом упрощения. Однако они отметили, что остатки обжига весили больше, чем исходный продукт, и естественным выводом из этого было бы то, что металл, должно быть, впитал в себя какое-то вещество, а не выделил что-либо. Но флогистианцы не усвоили важнейшего значения веса, и их объяснение изменения веса сводилось либо к тому, что такое увеличение или потеря веса были в лучшем случае несущественной "случайностью", либо к тому, что флогистон, будучи легким, имел тенденцию облегчать любое вещество, содержащее его, так что вытеснение его из металла путем прокаливания естественным образом делало остаток тяжелее.

поначалу казалось, что теория флогистона неоспоримо объясняет все известные химические явления. Однако постепенно, по мере увеличения числа экспериментов, стало очевидно, что простая теория, изложенная Шталем и его последователями, не в состоянии удовлетворительно объяснить некоторые лабораторные реакции. Чтобы соответствовать этим новым условиям, время от времени вносились определенные модификации, придающие теории гибкость, которая позволила бы ей охватить все случаи. Но по мере того, как количество необъяснимых экспериментов продолжало увеличиваться, и становились необходимыми новые модификации теории, было обнаружено, что некоторые из этих модификаций прямо противоречили другим, и, таким образом, простая теория стала слишком громоздкой из-за количества ее модификаций. Его сторонники разошлись во мнениях между собой сначала относительно объяснения некоторых явлений, которые, по-видимому, не соответствовали флогистической теории, а чуть позже - относительно самой теории. Но пока не было удовлетворительной замены этой теории, которая, даже если и была неудовлетворительной, казалась лучше всего, что было сделано раньше или могло быть предложено.

Но положительные результаты эпохи экспериментальных исследований, которой теория Штала придала такой импульс, проявлялись в отношении экспериментаторов. Произведения некоторых старых писателей, таких как Бойль и Гук, были снова разысканы в их пыльных углах и изучены, а их предположения относительно возможной смеси различных газов в воздухе были более тщательно рассмотрены. Тем не менее теория флогистона прочно обосновалась в умах философов, которых вряд ли можно порицать за то, что они придерживались ее, по крайней мере, до тех пор, пока не была предложена какая-либо удовлетворительная замена. Фундамент для такой теории был окончательно заложен, как мы сейчас увидим, работами Блэка, Пристли, Кавендиша и Лавуазье в восемнадцатом веке, но нельзя сказать, что теория флогистона окончательно сдала позиции до начала девятнадцатого века.

II. ЗАЧАТКИ СОВРЕМЕННОЙ ХИМИИ

ХИМИКИ-"ПНЕВМАТИКИ"

Можно сказать, что современная химия берет свое начало с работ Стивена Хейлза (1677-1761), который в начале восемнадцатого века начал свое важное исследование упругости воздуха. Отходя от точки зрения большинства ученых того времени, он считал воздух "тонкой эластичной жидкостью, в которой плавают частицы самой разной природы"; и он показал, что эти "частицы" можно разделить. Он также указал, что различные газы, или "воздухи", как он их называл, содержатся во многих твердых веществах. Важность его работы, однако, заключается в том факте, что его общие исследования шли в направлении, уводящем от общепринятых доктрин того времени, и что они дали толчок к исследованию свойств газов такими химиками, как Блэк, Пристли, Кавендиш и Лавуазье, чьи конкретные открытия являются краеугольными камнями современной химии.

ДЖОЗЕФ БЛЭК

Тщательные исследования Хейлса были продолжены его младшим коллегой, доктором Джозефом Блэком (1728-1799), чьи эксперименты с весами газов и других химических веществ были первыми шагами в количественной химии. Но даже более важным, чем его открытия химических свойств в целом, было его открытие свойств углекислого газа.

Блэк получил медицинское образование в Университете Глазго, будучи другом и учеником знаменитого доктора Уильяма Каллена. Но ему больше нравилась химическая лаборатория, чем медицинская практика. В течение трех лет после окончания медицинского курса, когда ему было всего двадцать три года, он сделал открытие свойств углекислоты, которую он назвал "неподвижным воздухом". После открытия этого газа Блэк провел длинную серию экспериментов, с помощью которых он смог показать, насколько широко он распространен в природе. Так, в 1757 году он обнаружил, что пузырьки, выделяющиеся в процессе пивоварения, когда происходило овощное брожение, состояли из него. Чтобы доказать это, он собрал содержимое этих пузырьков в бутылку с известковой водой. Когда эту бутылку сильно встряхивали, так что известковая вода и углекислота тщательно перемешивались, из раствора выпадал нерастворимый белый порошок, при этом углекислота химически соединялась с известью с образованием нерастворимого карбоната кальция, или мела. Этот эксперимент предполагал другое. Закрепив кусок горящего угля на конце меха, он соорудил трубку таким образом, чтобы газ, выходящий из древесного угля, проходил через известковую воду, и, как и в случае с пузырьками из пивного чана, он обнаружил, что белый осадок выпадает вниз; короче говоря, при горении выделяется углекислота. Вскоре после этого Блэк обнаружил, что при продувании стеклянной трубки, вставленной в известковую воду, мел выпадает в осадок, что доказывает постоянное выделение углекислоты при дыхании.

Эффект открытий Блэка был революционным, и с тех пор отношение химиков к газам, или "воздуху", изменилось. Большинство химиков, однако, пытались согласовать новые факты со старыми теориями — объяснить все явления на основе теории флогистона, которая все еще

была доминирующей. Но хотя многие открытия Блэка не могли быть приведены в соответствие с этой теорией, они не опровергали ее напрямую. Как мы увидим, потребовались дополнительные открытия некоторых коллег-ученых Блэка, чтобы завершить его падение.

ГЕНРИ КАВЕНДИШ

За этой работой Блэка последовала не менее важная работа его бывшего ученика Генри Кавендиша (1731-1810), чье открытие состава многих веществ, в частности азотной кислоты и воды, имело огромное значение, добавив еще одно звено в важную цепь доказательств против теории флогистона. Кавендиш - одна из самых эксцентричных фигур в истории науки, широко известная в свое время своим огромным богатством и блестящим интеллектом, а также своими странностями и болезненной чувствительностью, которые заставляли его бояться общества и, вероятно, во многом определили его карьеру. К счастью для него и, кстати, для дела науки, он мог проводить лабораторные исследования, не будучи обязанным общаться со своими ужасными собратьями-смертными, поскольку все его нужды удовлетворялись огромным состоянием, унаследованным от его отца и дяди.

В молодости, будучи учеником доктора Блэка, он проникся энтузиазмом своего учителя, продолжив исследования Блэка относительно свойств углекислого газа в свободном виде и в сочетании. Об одном из его первых исследований сообщалось в 1766 году, когда он сообщил Королевскому обществу о своих экспериментах по выяснению свойств углекислоты и газообразного водорода, в которых он впервые показал возможность взвешивания постоянно упругих жидкостей, хотя до этого Торричелли показал относительные веса столба воздуха и столба ртути. Кавендиш продолжил другие важные эксперименты, и в 1784 году он объявил о своем открытии состава воды, лишив ее тем самым освященного веками положения "элемента". Но его притязания на приоритет в этом открытии были сразу же оспорены его соотечественником Джеймсом Уаттом и французом Лавуазье. Притязания Лавуазье вскоре были отвергнуты даже его собственными соотечественниками, но в течение многих лет сторонники Уотта и Кавендиша вели ожесточенную полемику. Однако оба руководителя, по-видимому, никогда не вступали в этот спор с таким пылом, как некоторые из их преемников, поскольку они оставались в наилучших отношениях.⁽¹⁾ Во всяком случае, несомненно, что Кавендиш официально объявил о своем открытии до того, как Уотт заявил, что это объявление было сделано им ранее, "и, правильно это или нет, честь научного открытия, по-видимому, естественным образом присуждается человеку, который первым публикует демонстрацию своего открытия". Англичане в целом признают справедливость утверждения Кавендиша, хотя французский ученый Араго, тщательно изучив доказательства в 1833 году, вынес решение в пользу Уатта.

Похоже, что примерно за год до того, как Кавендиш обнародовал свою полную демонстрацию состава воды, Уатт сообщил Королевскому обществу предположение о том, что вода состоит из "дефлогистированного воздуха (кислорода) и флогистона (водорода), лишенных части скрытого тепла". Кавендиш знал об этом предположении, но в своих экспериментах опроверг идею о том, что водород потерял часть своего скрытого тепла. Более того, Уотт просто предположил возможный состав, не доказав его, хотя его идея была практически правильной, если мы сможем правильно интерпретировать причуды использовавшейся в то время номенклатуры. Но если бы Уотт предпринял шаги для демонстрации своей теории, великого "Водного спора" можно было бы избежать. Отчет Кавендиша о своем открытии Королевскому обществу занимает

около сорока печатных страниц. В ней он показывает, как при пропускании электрической искры через закрытую банку, содержащую смесь газообразного водорода и кислорода, неизменно образуется вода, по-видимому, в результате соединения двух газов. Сначала был опробован эксперимент с водородом и обычным воздухом, при этом кислород воздуха соединялся с водородом с образованием воды, в результате чего азотоздуха еще не был учтен. Однако с чистым кислородом и водородом Кавендиш обнаружил, что образуется чистая вода, оставляющая незначительные следы любого другого вещества, которые нельзя было бы интерпретировать как химические примеси. Существовало только одно возможное объяснение этого явления — что водород и кислород при соединении образуют воду.

"В результате экспериментов с земным шаром выяснилось, - писал Кавендиш, - что при взрывании горючего и обычного воздуха в надлежащей пропорции почти весь горючий воздух и почти пятая часть обычного воздуха теряют свою эластичность и конденсируются в росу. И в результате этого эксперимента выясняется, что эта роса представляет собой обычную воду, и, следовательно, почти весь горючий воздух превращается в чистую воду.

"Чтобы исследовать природу вещества, конденсирующегося при обжиге смеси дефлогистированного и легковоспламеняющегося воздуха, я взял стеклянный шар, вмещающий 8800 мер зерна, снабженный латунным краном и устройством для обжига с помощью электричества. Этот шар хорошо откачали воздушным насосом, а затем наполнили смесью легковоспламеняющегося и дефлогистированного воздуха, закрыв кран, вставив в его горловину изогнутую стеклянную трубку и опустив ее конец в стеклянную банку, опрокинутую на воду и содержащую смесь из 19 500 гран-мер дефлогистированного воздуха и 37 000 гран-мер легковоспламеняющегося воздуха; так что при открытии крана часть этого смешанного воздуха устремилась через изогнутую трубку и заполнила шар. Затем кран закрывали, и включенный воздух запускался электричеством, из-за чего почти весь он терял свою эластичность (конденсировался в водяные пары). Затем кран снова открывали, чтобы впустить больше того же воздуха для подачи на место того, что было разрушено взрывом, который снова запускали, и операция продолжалась до тех пор, пока почти вся смесь не попадала в баллон и не взрывалась. Таким образом, хотя в шаре содержалось не более шестой части смеси, почти вся она взорвалась в нем без какого-либо нового истощения шара".

Сначала это конденсированное вещество было "кислым на вкус и содержало две крупинки селитры", но Кавендиш, подозревая, что это из-за примесей, провел другой эксперимент, который убедительно доказал правильность его мнения. "Поэтому я провел еще один эксперимент, - говорит он, - с добавлением еще немного того же воздуха из растений, в котором доля горючего воздуха была больше, так что сгоревший воздух был почти полностью флогистирован, его норма составляла одну десятую. Сгущенный щелок тогда вовсе не был кислотой, а казался чистой водой".

Из этих экспериментов он делает вывод, "что при взрывании смеси легковоспламеняющегося и дефлогистированного воздуха в таких пропорциях, что сгоревший воздух не сильно флогистирован, конденсированный раствор содержит немного кислоты, которая всегда относится к закиси азота, из какого бы вещества ни был получен дефлогистированный воздух; но если пропорция такова, что сгоревший воздух почти полностью флогистирован, конденсированный раствор вовсе не является кислотой, а кажется чистой водой без каких-либо добавок".(2)

Те же самые эксперименты, которые были предприняты для определения состава воды, привели его также к открытию состава азотной кислоты. Он заметил, что при сжигании газообразного водорода с обычным воздухом вода слегка окрашивалась кислотой, но это было не так, когда использовался чистый газообразный кислород. Основываясь на этом наблюдении, он разработал эксперимент для определения природы этой кислоты. Он сконструировал устройство, посредством которого электрическая искра пропусклась через сосуд, содержащий обычный воздух. После того, как этот процесс продолжался в течение нескольких недель, образовалось небольшое количество жидкости. Эта жидкость соединялась с раствором поташа с образованием обычной селитры, которая "детонировала с древесным углем, искрила при сжигании пропитанной ею бумаги и выделяла пары азота, когда на нее выливали серную кислоту". Другими словами, было показано, что жидкость является азотной кислотой. Теперь, поскольку в первоначальном эксперименте не использовалось ничего, кроме чистого воздуха, и поскольку воздух состоит из азота и кислорода, казалось, не оставалось места для сомнений в том, что азотная кислота представляет собой комбинацию азота и кислорода.

Это открытие природы азотной кислоты, по-видимому, было едва ли не последней важной работой, сделанной Кавендишем в области химии, хотя почти до самого своего смертного часа он был постоянно занят научными наблюдениями. По словам лорда Броэма, эта привычка сохранилась даже в последние минуты его жизни. Он умер 10 марта 1810 года после непродолжительной болезни, вероятно, первой и последней, которой он когда-либо страдал. Его привычка к любопытным наблюдениям сохранялась до конца. Он хотел отметить прогрессирование болезни и постепенное угасание жизненных сил. С этой целью, чтобы его никто не беспокоил, он пожелал, чтобы его оставили в покое. Его слуге, вернувшемуся раньше, чем он хотел, снова было приказано покинуть комнату смерти, и когда он вернулся во второй раз, то обнаружил, что его хозяин скончался".(3)

ДЖОЗЕФ ПРИСТЛИ

В то время как богатый, но неуверенный в себе Кавендиш совершал свои важные открытия, другой англичанин, бедный сельский проповедник по имени Джозеф Пристли (1733-1804), не только соперничал с ним, но, во всяком случае, опережал его в стремлении к химическим открытиям. В 1761 году этот молодой священник получил должность преподавателя в нонконформистской академии в Уоррингтоне, и здесь в течение шести лет он мог изучать химию и электричество. В 1766 году, находясь с визитом в Лондоне, он познакомился с Бенджамином Франклином, по предложению которого опубликовал свою "Историю электричества". С этого времени он неуклонно продвигался в научных исследованиях, одновременно выполняя свои церковные обязанности. В 1780 году он переехал в Бирмингем, имея там в помощниках таких ученых, как Джеймс Уатт, Боултон и Эразмус Дарвин.

Одиннадцать лет спустя, в годовщину падения Бастилии в Париже, толпа фанатиков, зная о симпатиях Пристли к французским революционерам, напала на его дом и часовню, сожгла их и уничтожила огромное количество ценных бумаг и научных инструментов. Пристли и его семья спаслись от насилия бегством, но его самое дорогое имущество было уничтожено; и три года спустя он навсегда покинул Англию, переехав в Соединенные Штаты, борьбу за свободу которых он отстаивал. Последние десять лет своей жизни он провел в Нортумберленде, штат Пенсильвания, где продолжил свои научные исследования.

В начале своей научной карьеры Пристли начал исследовать "неподвижный воздух" доктора Блэка, и, как ни странно, его подтолкнуло к этому то же самое, что повлияло на Блэка, а именно его проживание в непосредственной близости от пивоварни. Именно в ходе серии экспериментов с этим и другими газами он сделал свое величайшее открытие - кислород, или "дефлогистированный воздух", как он его называл. Историю этого важного открытия, вероятно, лучше всего рассказать собственными словами Пристли:

"Я полагаю, что в философии есть очень мало максим, которые сильнее воздействуют на разум, чем то, что воздух, то есть атмосферный воздух, является простой элементарной субстанцией, неразрушимой и неизменяемой, по крайней мере, в той же степени, в какой предполагается, что это вода. В ходе своих расспросов я, однако, вскоре убедился, что атмосферный воздух не является неизменной вещью; поскольку, согласно моей первой гипотезе, флогистон, которым он насыщается в результате горения в нем тел, и животные, вдыхающие его, а также различные другие химические процессы, настолько изменяют и портят его, что делают совершенно непригодным для воспламенения, дыхания и других целей, которым он служит; и я обнаружил, что перемешивание в воде, процесс развития растительности и, вероятно, другие природные процессы восстанавливают его первоначальную чистоту.. ..

Раздобыв линзу диаметром двенадцать дюймов и расстоянием в двадцать дюймов по местному расстоянию, я с величайшей готовностью принялся с ее помощью выяснять, какой вид воздуха могут образовывать самые разнообразные вещества, помещая их в сосуд, который я наполнил ртутью и держал перевернутым в тазу с такой же жидкостью С помощью этого аппарата, после множества экспериментов 1 августа 1774 года я попытался извлечь воздух из *mercurius calcinatus* как такового; и вскоре я обнаружил, что с помощью этой линзы воздух из нее удалялся очень легко. Получив примерно в три или четыре раза больше, чем основная масса моих материалов, я добавил в него воды и обнаружил, что она им не впитывается. Но что удивило меня больше, чем я могу выразить, так это то, что свеча горела в этом воздухе удивительно сильным пламенем, очень похожим на то увеличенное пламя, с которым свеча горит в закиси азота, подвергнутой воздействию железа или сернистой кислоты; но поскольку я не получал ничего подобного этому замечательному виду ни от какого другого вида воздуха, кроме этой конкретной модификации стекловидного воздуха, и я знал, что при приготовлении *mercurius calcinatus* не использовалась стекловидная кислота, я был в полной растерянности, объясняя это ". (4)

"Новым воздухом" был, конечно же, кислород. Пристли сразу же приступил к его исследованию с помощью длинной серии тщательных экспериментов, в ходе которых, как будет видно, он обнаружил большинство замечательных свойств этого газа. Продолжая свое описание этих экспериментов, он говорит:

Пламя свечи, помимо того, что было больше, горело с большей яркостью и жаром, чем в этом виде азотистого воздуха; и кусок раскаленного дерева заискрился в нем, точно бумага, смоченная в растворе селитры, и сгорел очень быстро; эксперимент, который я никогда не думал проводить с дефлогистированным азотистым воздухом.

"... У меня было так мало подозрений в том, что воздух из *mercurius calcinatus* и т. Д. Полезен, Что я даже не подумал применить его для испытания азотистым воздухом; но подумав (как, должно быть, часто делал мой читатель) о свече, горящей в нем после длительного перемешивания в воде, мне, наконец, пришло в голову провести эксперимент; и, приложив

одну меру азотистого воздуха к двум мерам этого воздуха, я обнаружил не только, что его стало меньше, но и что его стало меньше почти так же, как обычного воздуха, и что количество азотистого воздуха увеличилось. покраснение смеси было аналогично покраснению аналогичной смеси азота и обычного воздуха.... На следующий день я был удивлен больше, чем когда-либо прежде, обнаружив, что после того, как вышеупомянутая смесь азотистого воздуха и воздуха *mercurius calcinatus* простояла всю ночь ... в ней горела свеча, даже лучше, чем в обычном воздухе".

Немного позже Пристли обнаружил, что "дефлогистированный воздух ... является основным элементом в составе кислот и может быть извлечен с помощью тепла из многих веществ, которые их содержат.... Он также образуется при воздействии света на зеленые овощи; и это, по-видимому, главное средство, используемое для сохранения чистоты атмосферы".

Это признание важной роли кислорода в атмосфере побудило Пристли провести несколько экспериментов на мышах и насекомых и, наконец, на самом себе, вдыхая чистый газ. "Ощущение в моих легких, - сказал он, - не сильно отличалось от ощущения обычного воздуха, но мне показалось, что некоторое время после этого мое дыхание было особенно легким. Кто может сказать наверняка, что со временем этот чистый воздух может стать модным предметом роскоши?... Возможно, из этих экспериментов мы сможем увидеть, что, хотя чистый дефлогистированный воздух может быть полезен в качестве лекарства, он может быть не так полезен для нас в обычном здоровом состоянии организма".

Это предположение о возможной полезности кислорода в качестве лекарства оказалось пророческим. Столетие спустя использование кислорода стало обычным делом для многих врачей. Как мы увидим, даже во времена Пристли такие люди, как доктор Джон Хантер, выражали свою веру в его эффективность при определенных состояниях, но его ценность в медицине была полностью оценена лишь несколькими поколениями позже.

Через несколько лет после открытия кислорода Пристли так охарактеризовал его свойства: "Именно этот ингредиент в атмосферном воздухе позволяет ему поддерживать горение и жизнь животных. С его помощью может вырабатываться самое сильное тепло, и в самом чистом из них животные будут жить почти в пять раз дольше, чем в равном количестве атмосферного воздуха. При дыхании часть этого воздуха, проходя через мембраны легких, соединяется с кровью и придает ей красноватый цвет, в то время как остальная часть, соединяясь с флогистоном, выдыхаемым из венозной крови, образует смешанный воздух. Именно дефлогистированный воздух в сочетании с водой позволяет рыбам жить в нем".(5)

KARL WILHELM SCHEELE

Открытие кислорода стало последним, но самым важным ударом по пошатнувшейся теории флогистона, хотя сам Пристли этого не признавал. Но прежде чем рассмотреть заключительные шаги по опровержению знаменитой теории Штала и становлению современной химии, мы должны ознакомиться с работой другого великого химика, Карла Вильгельма Шееле (1742-1786) из Швеции, который открыл кислород совершенно независимо, хотя и позже Пристли. В вопросе блестящих открытий за короткий промежуток времени Шееле, вероятно, затмил всех своих великих современников. Он обладал поистине гениальным даром интерпретировать химические реакции и открывать новые вещества, в этом отношении соперничая с самим Пристли. Однако, в отличие от Пристли, он с самого начала планировал все свои эксперименты

в соответствии с определенными теориями, а полученные результаты были логическим результатом заранее разработанного плана.

Шееле был сыном купца из Штральзунда, Померания, которая тогда принадлежала Швеции. Учась в школе, он проявил так мало способностей к изучению языков, что в возрасте четырнадцати лет был отдан в ученики к аптекарю. Эта работа сразу же сильно заинтересовала его, и, когда он не выполнял своих обязанностей в аптеке, он был занят день и ночь, проводя эксперименты или изучая книги по химии. В 1775 году, все еще работая аптекарем, он переехал в Стокгольм и вскоре после этого отправил Бергману, ведущему химику Швеции, свое первое открытие — винную кислоту, которую он выделил из винного камня. Это было началом его карьеры исследователя, и с того времени и до самой своей смерти он почти непрерывно рассылал отчеты о новых открытиях. Тем временем он выполнял обязанности обычного аптекаря и боролся с бедностью. Его трактат "О воздухе и огне" появился в 1777 году. В этой замечательной книге он рассказывает о своем открытии кислорода — "эмпирического", или "огненного воздуха", как он его называет, — которое он, по-видимому, сделал независимо и никогда не слышал о предыдущем открытии Пристли. В этой книге он также показывает, что воздух состоит в основном из кислорода и газообразного азота.

В начале своей экспериментальной карьеры Шееле взялся за разгадку состава черного оксида марганца - вещества, которое долгое время ставило химиков в тупик. Он не только преуспел в этом, но и случайно в ходе этой серии экспериментов открыл кислород, барит и хлор, причем последний имел гораздо большее значение, по крайней мере с коммерческой точки зрения, чем реальный объект его поисков. Говоря об эксперименте, в ходе которого было сделано это открытие, он говорит:

"Когда морская (соляная) кислота застыла над марганцем на холоде, он приобрел темный красновато-коричневый цвет. Поскольку марганец не дает бесцветного раствора без соединения с флогистоном (вероятно, имеется в виду водород), отсюда следует, что морская кислота может растворять его и без этого принципа. Но такой раствор имеет синий или красный цвет. Цвет здесь скорее коричневый, чем красный, по той причине, что самые мелкие частицы марганца, которые не так легко тонут, плавают в красном растворе; потому что без этих мелких частиц раствор красный, а красный, смешанный с черным, является коричневым. Марганец здесь настолько слабо связан с солевой кислотой, что вода может вызвать его выпадение в осадок, и этот осадок ведет себя как обычный марганец. Теперь, когда смесь марганца и *spiritus salis* была поставлена на переваривание, возникла шипучесть и запах царской водки".(6)

"Шипучим веществом", которое он имеет в виду, был хлор, который он поместил в подходящий сосуд и исследовал более подробно. Он описал его как "довольно характерный удушающий запах", который был очень неприятным. Очень скоро он обратил внимание на обесцвечивающий эффект этого продукта *pow*, обнаружив, что он обесцвечивает цветы, овощи и многие другие вещества.

С коммерческой точки зрения это открытие хлора имело огромное значение, и практическое применение этого нового химического вещества для отбеливания тканей вскоре вытеснило старый процесс обработки почвы, то есть отбеливание путем расстилания ткани на траве. Но хотя Шееле первым указал на отбеливающие свойства своего недавно открытого газа, именно французский ученый Бертолле, основываясь на открытии Шееле о том, что новый газ обесцвечивает овощи и цветы, заподозрил, что это свойство может быть использовано для

уничтожения цвета ткани. В 1785 году он прочитал доклад в Парижской академии наук, в котором показал, что отбеливание хлором является полностью удовлетворительным, при этом затрагивается цвет ткани, но не ее вещество. Ранее он провел эксперименты и обнаружил, что газообразный хлор растворим в воде и, таким образом, может быть практически использован для отбеливания. В 1786 году Джеймс Уатт исследовал образцы отбеленной ткани, произведенной Бертолле, и по возвращении в Англию впервые внедрил процесс практического отбеливания. Предложенный им способ, однако, не был полностью удовлетворительным, и после различных модификаций и усовершенствований он, наконец, был полностью осуществлен мистером Теннантом, который нашел соединение хлора и извести — хлористую известь, — которая была сравнительно дешевым химическим продуктом и отвечала назначению даже лучше, чем сам хлор.

Чтобы оценить, насколько важным было это открытие для производителей тканей, следует помнить, что при старом способе отбеливания на отбеливание одного полотна уходило целое лето; новый процесс сократил этот период до нескольких часов. Безусловно, известь с большим успехом использовалась до открытия Теннанта, но успешное и практичное отбеливание раствором хлористой извести впервые стало возможным благодаря ему и открытию Шееле хлора.

До времен Шееле великий предмет органической химии оставался практически неисследованным, но благодаря его удивительному изобретательскому гению были внедрены новые методы выделения и изучения продуктов животного и растительного происхождения и получено большое количество кислот и других органических соединений, которые до сих пор были неизвестны. Его объяснения химических явлений были основаны на теории флогистона, в которую он, как и Пристли, всегда верил. Хотя он и ошибался в этом отношении, он, тем не менее, смог сделать свои открытия с чрезвычайно точными интерпретациями. Краткое изложение списка некоторых из его наиболее важных открытий дает некоторое представление о плодовитости его ума, а также о его трудолюбии. В 1780 году он открыл молочную кислоту (7) и показал, что именно это вещество вызывает кислотность кислого молока; и в том же году он открыл муциновую кислоту. Затем последовало открытие вольфрамовой кислоты, а в 1783 году он добавил к своему списку полезных открытий открытие глицерина. Затем быстро последовали его объявления о новых растительных продуктах - лимонной, яблочной, щавелевой и галловой кислотах. Шееле не только сделал открытия, но и рассказал миру, как он их сделал — как любой химик мог бы их сделать, если бы захотел, — поскольку он никогда не считал, что действительно открыл какое-либо вещество, пока не получил его, не разложил и не получил снова.

Его эксперименты с берлинской лазурью наиболее интересны не только из-за огромного объема проделанной работы и мастерства, которое он продемонстрировал в своих экспериментах, но и потому, что все это время химик держал в руках, нюхал и даже пробовал на вкус соединение одного из самых смертоносных ядов, не подозревая о том, что обращаться с этим веществом опасно. Его спасение от травм кажется почти чудом, поскольку его эксперименты, которые были наиболее сложными, продолжались в течение значительного периода времени, в течение которого он, по-видимому, безнаказанно обращался с этим химическим веществом.

В возрасте всего сорока лет и в самом зените своей славы Шееле был поражен смертельной болезнью, вероятно, вызванной его непрестанным трудом и переохлаждением. Однако отрадно

сознавать, что в течение последних восьми или девяти лет своей жизни он был менее связан финансовыми трудностями, чем раньше, поскольку Бергман добился для него ежегодного гранта от Академии. Но характерным для этого человека было то, что, хотя он тратил одну шестую часть суммы этого гранта на свои личные нужды, оставшиеся пять шестых были потрачены на расходы на его эксперименты.

ЛАВУАЗЬЕ И ОСНОВЫ СОВРЕМЕННОЙ ХИМИИ

Настало время сформулировать правильную теорию химического состава: требовалась лишь умелая рука, чтобы придать материалам нужную форму. Открытия в области химии в восемнадцатом веке носили далеко идущий и революционный характер. Краткий обзор этих открытий показывает, насколько полностью они ниспровергли старые представления о химических элементах и соединениях. Из четырех веществ - земли, воздуха, огня и воды, - которые на протяжении многих веков считались элементарными телами, ни одно не выдержало испытания химиков восемнадцатого века. Земля уже давно перестала рассматриваться как элемент, и в этом столетии та же участь постигла воду и воздух. И теперь, наконец, было показано, что сам огонь, последний из четырех "элементов" и краеугольный камень флогистоновой арки, является не чем иным, как одним из проявлений нового элемента, кислорода, а не "флогистомом" или какой-либо другой неосязаемой субстанцией.

В эту эпоху химических открытий Англия произвела на свет таких гигантов умственного развития и пионеров науки, как Блэк, Пристли и Кавендиш; Швеция дала миру Шееле и Бергмана, чьи работы, дополненные работами их английских коллег, заложили широкую базу химии как науки; но именно Франции предстояло произвести на свет человека, который внес последние штрихи в обширную, но грубую работу по созданию ее фундамента и провозгласил ее наукой современной химии. Антуан Лоран Лавуазье (1743-1794) должен был собрать воедино, правильно интерпретировать, переименовать и классифицировать огромное количество фактов, которые его непосредственные предшественники и современники подарили миру.

Отношение метрополий к этим прославленным сынам - интересный исторический эпизод. Швеция чтит и вознаграждает Шееле и Бергмана за их усилия; Англия восприняла интеллектуальность Кавендиша с меньшей оценкой, чем Континент, и фанатичная толпа изгнала Пристли из страны; в то время как Франция, отправив Лавуазье на гильотину, продемонстрировала, насколько опасно, по крайней мере в то время, для интеллигентного француза хорошо служить своим ближним и своей стране.

"Революция, произведенная Лавуазье в науке, - говорит Хефер, - по странному стечению обстоятельств совпадает с другой революцией, гораздо более масштабной, происходящей тогда в политическом и социальном мире. Оба произошли на одной и той же почве, в одну и ту же эпоху, среди одних и тех же людей; и оба ознаменовали начало новой эры в своих соответствующих сферах".(8)

Лавуазье родился в Париже и, будучи сыном богатой семьи, получил образование под руководством лучших учителей того времени. У Лакайля он изучал математику и астрономию, у Жюссье - ботанику и, наконец, химию под руководством Руэля. Его первой важной работой был доклад о практическом освещении улиц Парижа, за который г-н де Сартин, начальник полиции, предложил премию. Эта премия не была присуждена Лавуазье, но его предложения были настолько важны, что король распорядился вручить молодому автору золотую медаль на

публичном заседании Академии в апреле 1776 года. Два года спустя, в возрасте тридцати пяти лет, Лавуазье был принят в члены Академии.

В том же году он начал посвящать себя почти исключительно химическим исследованиям и основал у себя дома лабораторию, оснащенную всевозможным дорогостоящим оборудованием и химикатами. Здесь он находился в постоянном общении с великими людьми науки Парижа, для всех которых были распахнуты его двери. Одним из его первых начинаний в этой лаборатории было продемонстрировать, что вода не может быть превращена в землю путем повторных дистилляций, как обычно утверждалось; и показать также, что существующее убеждение в том, что возможно преобразовать воду в газ, настолько "эластичный", чтобы проходить через поры сосуда, не имеет под собой никаких оснований. Он продемонстрировал ошибочность обеих этих теорий в 1768-1769 годах с помощью тщательно продуманных экспериментов, одно исследование из которых заняло сто один день.

В 1771 году он нанес первый удар теории флогистона своими экспериментами по прокаливанию металлов. Следует напомнить, что одной из основ веры во флогистон был тот факт, что при прокаливании металла он превращался в золу, при этом теряя свой "флогистон". Чтобы восстановить металл, необходимо было добавить в золу какое-нибудь вещество, такое как пшеница или древесный уголь. Лавуазье, исследуя этот процесс восстановления, обнаружил, что всегда выделяется большое количество "воздуха", который, как он предположил, является "неподвижным воздухом" или углекислотой — той самой, которая выделяется при вскипании щелочей и известняковых земель, а также при брожении ликеров. Затем он исследовал процесс прокаливания, при котором, как предполагалось, из металла был извлечен флогистон. Но он был далек от того, чтобы обнаружить, что флогистон или любое другое вещество было удалено, он обнаружил, что кое-что было принято на вооружение: металл "впитал воздух" и что увеличенный вес металла соответствовал количеству "поглощенного" воздуха. Тем временем он был близок к двум великим открытиям - кислороду и составу воздуха, которые Пристли сделал примерно два года спустя.

Следующим важным вопросом этого великого француза был вопрос о составе алмазов. С помощью великолепной линзы Чирнхаузена, принадлежащей Академии, ему удалось сжечь несколько бриллиантов, не считаясь с расходами, на которые, благодаря своему наследству, он мог не обращать внимания. В ходе этого процесса он обнаружил, что выделяется газ, который осаждает известь из воды, и оказалось, что это углекислота. Наблюдая за этим и экспериментируя с другими веществами, которые, как известно, выделяют углекислоту таким же образом, он, очевидно, был впечатлен теперь хорошо известным фактом, что алмаз и древесный уголь химически одинаковы. Но если он действительно верил в это, то был осторожен, полностью выражая свою веру. "Мы никогда не ожидали, - говорит он, - найти какую-либо связь между древесным углем и алмазом, и было бы неразумно заходить в этой аналогии слишком далеко; она существует только потому, что оба вещества, по-видимому, должным образом отнесены к классу горючих тел и потому, что из всех этих тел они наиболее неподвижны, когда не соприкасаются с воздухом".

Как мы видели, Пристли в 1774 году открыл кислород, или "дефлогистированный воздух". Четыре года спустя Лавуазье впервые выдвинул свою теорию о том, что этот элемент, открытый Пристли, был универсальным подкисляющим или насыщающим кислородом началом, которое при соединении с древесным углем или углеродом образует углекислоту; при соединении с

серой образуется серная (или купоросная) кислота; с азотом образуется азотная кислота и т.д., А при соединении с металлами образуются оксиды, или кальциды. Более того, он постулировал теорию о том, что горение не происходит из-за такой иллюзорной вещи, как "флогистон", поскольку его не существовало, и ему казалось, что явления горения, которые до сих пор приписывались флогистону, могут быть объяснены действием нового элемента кислорода и тепла. Это был последний удар по теории флогистона, которая, хотя и шаталась в течение некоторого времени, не была полностью опровергнута.

В 1787 году Лавуазье совместно с Гийоном де Морво, Бертолле и Фуркруа ввел реформу химической номенклатуры, которая до тех пор оставалась практически неизменной со времен алхимии. Такие выражения, как "дефлогистированный" и "флогистированный", очевидно, имели бы мало значения для поколения, которое больше не должно было верить в существование флогистона. Было уместно, чтобы революция в химической мысли сопровождалась соответствующей революцией в названиях химических веществ, и Лавуазье принадлежит главная заслуга в осуществлении этой революции. В своих "Элементах химии" он использовал эту новую терминологию, и она казалась настолько очевидным улучшением по сравнению со старой, что научный мир поспешил принять ее. В этой связи Лавуазье говорит: "Поэтому мы полностью отказались от выражения "металлическая окалина" и заменили его словом "оксид". Из этого можно видеть, что принятый нами язык является одновременно обильным и выразительным. Первая или низшая степень насыщения кислородом в телах превращает их в оксиды; вторая степень дополнительного насыщения кислородом составляет класс кислот, специфические названия которых, полученные от их конкретных оснований, заканчиваются на *ous*, как у азотистой и сернистой кислот. Третья степень насыщения кислородом превращает их в разновидности кислот, отличающиеся окончанием на *ic*, такие как азотная и серная кислоты; и, наконец, мы можем выразить четвертую или более высокую степень насыщения кислородом, добавив слово *oxygenated* к названию кислоты, как это уже было сделано с насыщенной кислородом соляной кислотой".(9)

Эта новая работа, когда она была представлена миру, была не просто эпохальной книгой; она была революционной. В нем не только полностью отвергался флогистон, но и утверждалось, что металлы являются простыми элементами, а не соединениями "земли" и "флогистона". Это подтвердило демонстрацию Кавендиша о том, что сама вода, как и воздух, представляет собой соединение кислорода с другим элементом. Короче говоря, это была научная химия в современном понимании этого термина.

Наблюдения Лавуазье о горении одновременно важны и интересны: "Горение, - говорит он, -... это разложение кислорода, выделяемого горючим телом. Кислород, составляющий основу этого газа, поглощается горящим организмом и вступает в соединение с ним, в то время как калорийность и свет высвобождаются. Каждое сгорание обязательно предполагает насыщение кислородом; тогда как, напротив, каждое насыщение кислородом не обязательно подразумевает сопутствующее сгорание; потому что сгорание в собственном смысле этого слова не может происходить без разделения калорий и света. Прежде чем произойдет сгорание, необходимо, чтобы основа газообразного кислорода имела большее сродство к горючему телу, чем к калорическому; и это избирательное притяжение, по выражению Бергмана, может иметь место только при определенной температуре, которая различна для каждого горючего вещества; отсюда необходимость придания первого движения или начала каждому горению при приближении нагретого тела. Эта необходимость нагретия любого

тела, которое мы намереваемся сжечь, зависит от определенных соображений, на которые до сих пор не обращал внимания ни один натурфилософ, по этой причине я немного расширю тему в этом месте:

"Природа в настоящее время находится в состоянии равновесия, которое не могло быть достигнуто до тех пор, пока не произошли все спонтанные возгорания или насыщения кислородом, возможные при обычной температуре.... Чтобы проиллюстрировать этот абстрактный взгляд на дело на примере: предположим, что обычная температура земли немного изменилась, и она повысилась только до степени кипения воды; очевидно, что в этом случае фосфор, который является горючим при значительно более низкой температуре, больше не существовал бы в природе в своем чистом виде, но всегда добывался бы в кислом или насыщенном кислородом состоянии, и его радикал стал бы одним из веществ, неизвестных химии. При постепенном повышении температуры земли то же самое произошло бы последовательно со всеми телами, способными к горению; и, наконец, после того, как произошло бы всякое возможное горение, больше не существовало бы вообще никаких горючих тел, и каждое вещество, подверженное этому действию, было бы насыщено кислородом и, следовательно, негорючее.

Следовательно, насколько это относится к нам, не может существовать никакого горючего тела, кроме такого, которое не воспламеняется при обычной температуре земли, или, что то же самое, другими словами, для природы каждого горючего тела существенно не обладать свойством горения, если оно не нагрето или не поднято до такой степени температуры, при которой его горение происходит естественным образом. Когда эта степень однажды достигнута, начинается горение, и калорийность, выделяющаяся при разложении газообразного кислорода, поддерживает температуру, необходимую для продолжения горения. Когда это не так, то есть когда высвобожденного количества калорий недостаточно для поддержания необходимой температуры, сгорание прекращается. Это обстоятельство выражается на обычном языке словами о том, что тело сгорает плохо или с трудом".(10)

Нужен был гений такого человека, как Лавуазье, чтобы завершить опровержение ложной, но твердо обоснованной теории флогистона, и против такой книги, как его "Элементы химии", слабое оружие сторонников теории флогистона было брошено напрасно.

Но в то время как химики как класс еще до конца столетия обратились к новой химии, один человек, доктор Пристли, чья работа так много сделала для ее основания, остался необращенным. В этом, как и во всей работе его жизни, он показал себя самым замечательным человеком. Поколение спустя Дэви сказал о нем, что ни один другой человек никогда не открывал столько новых и любопытных веществ, как он; и все же до последнего он был всего лишь любителем в науке, его профессией, как мы знаем, было служение. Вряд ли в истории найдется другой случай, когда человек, не являющийся специалистом в области науки, добился бы столь многого в оригинальных исследованиях, как этот химик, физиолог, электрик; математик, логик и моралист; теолог, мыслящий философ и политический экономист. Он использовал все знания в своей области; но как он находил время для своих бесчисленных исследований и разнообразных сочинений, наряду со своими повседневными обязанностями, навсегда должно остаться загадкой для простых смертных.

То, что этот удивительно восприимчивый, гибкий ум отказался принять четко логичные доктрины новой химии, кажется столь же необъяснимым. Но так оно и было. До самого

последнего, после того как все его друзья капитулировали, Пристли продолжал сражаться. Из Америки он послал свой последний вызов врагу в 1800 году в брошюре, озаглавленной "Доктрина флогистона подтверждена" и т. Д. В сознании его автора это было немногим меньше, чем гимн победе; но весь мир знал, что это была лебединая песня учения о флогистоне. Несмотря на неповиновение этого единственного воина, битва была действительно проиграна и выиграна, и к концу столетия "антифлогистическая" химия практически овладела этой областью.

III. ХИМИЯ СО ВРЕМЕН ДАЛТОНА

ДЖОН ДАЛЬТОН И АТОМНАЯ ТЕОРИЯ

У маленьких начинаний тоже иногда бывает отличный конец. В качестве примера, обратите внимание на то, что получилось из небольшой первоначальной попытки молодого квакера-самоучки по имени Джон Далтон, который к концу восемнадцатого века заинтересовался погодой и был вынужден сконструировать и использовать грубый водомер для измерения количества осадков. Начатые таким образом простые эксперименты привели к не менее чем двумстам тысячам зарегистрированных наблюдений за погодой, которые, как мы видели, легли в основу некоторых из самых эпохальных открытий в метеорологии. Но это было только начало. Простой датчик дождя указал путь к самому важному обобщению девятнадцатого века в области науки, с которой стороннему наблюдателю могло показаться, что она не имеет никакого отношения. Удивительная теория атомов, на которой основана вся гигантская структура современной химии, была, по мнению Джона Дальтона, логическим продолжением тех ранних исследований в области метеорологии.

Произошло это так: от изучения количества осадков Далтон естественным образом перешел к дополнительному процессу испарения. Вскоре он пришел к выводу, что пар существует в атмосфере как самостоятельный газ. Но поскольку два тела не могут занимать одно и то же пространство одновременно, это означает, что различные атмосферные газы на самом деле состоят из отдельных частиц. Эти первичные частицы настолько малы, что мы не можем их увидеть — на самом деле, можем лишь смутно представить их, — и все же каждая частица пара, например, является такой же частью воды, как если бы это была капля океана или, если уж на то пошло, сам океан. Но, опять же, вода является сложным веществом, поскольку ее можно разделить, как показал Кавендиш, на два элементарных вещества - водород и кислород. Следовательно, атом воды должен состоять из двух меньших атомов, соединенных вместе. Представьте себе атом водорода и атом кислорода. Соедините их, и мы получим атом воды; разъедините их, и воды больше не существует; но соединенные или разделенные атомы водорода и кислорода остаются водородом и кислородом и ничем другим. По—разному

смешанные или объединенные атомы производят различные грубые вещества; но элементарные атомы никогда не меняют своей химической природы - своей особой индивидуальности.

Примерно в 1803 году Дальтон впервые полностью осознал концепцию химического атома. Он сразу понял, что гипотеза, если она верна, дает чудесный ключ к тайнам материи, которые до сих пор оставались неразрешимыми, — к вопросам, касающимся относительных пропорций самих атомов. Известно, например, что определенный объем газообразного водорода соединяется с определенным объемом газообразного кислорода с образованием воды. Если верно, что эта комбинация состоит по существу из объединения атомов друг с другом (каждый отдельный атом водорода соединен с единственным атомом кислорода), то относительные веса исходных масс водорода и кислорода должны быть также относительными весами каждого из их соответствующих атомов. Если один фунт водорода соединится с пятью с половиной фунтами кислорода (как, согласно экспериментам Дальтона, это и произошло), то вес атома кислорода должен быть в пять с половиной раз больше веса атома водорода. Другие соединения, очевидно, могут быть протестированы таким же образом. Далтон провел множество тестов, прежде чем опубликовать свою теорию. Он обнаружил, что водород входит в соединения в меньших пропорциях, чем любой другой известный ему элемент, и поэтому, для удобства, решил принять массу атома водорода за единицу. Тогда атомный вес кислорода становится (как указано в первой таблице Дальтона 1803 года) 5,5; атомный вес воды (водород плюс кислород), конечно, равен 6,5. Атомные веса примерно десятка веществ приведены в первой статье Дальтона, которая была прочитана в Литературно-философском обществе Манчестера 21 октября 1803 года. Интересно, подозревал ли сам Далтон, каким бы большим и острым умом он ни обладал, когда читал эту статью, что он положил начало одному из самых плодотворных движений, когда-либо возникавших за всю историю науки?

Как бы то ни было, достаточно очевидно, что на современников Дальтона новая атомная теория поначалу произвела мало впечатления. Случилось так, что как раз в это время в области химии разгорелся спор относительно эмпирического факта, который обязательно должен быть разрешен, прежде чем такая теория, как теория Дальтона, сможет хотя бы надеяться на применение. Это был вопрос о том, всегда ли химические элементы соединяются друг с другом в определенных пропорциях. Бертолле, великий сотрудник Лавуазье, а ныне самый авторитетный из ныне живущих химиков, утверждал, что вещества соединяются в почти бесконечно изменяющихся пропорциях между фиксированными крайними значениями. Он считал, что раствор на самом деле представляет собой форму химического соединения — позиция, которая, если ее принять, не оставляет места для споров.

Но это утверждение мастера оспаривалось наиболее активно, в частности Луи Жозефом Прустом, и все известные химики были вынуждены принять сторону того или другого. Какое-то время авторитет Бертолле противоречил фактам, но, наконец, накопленные свидетельства говорили в пользу Пруста и его последователей, и к концу первого десятилетия нашего столетия стало общепризнанным, что химические элементы соединяются друг с другом в фиксированных пропорциях.

Более того. Когда аналитиков заставили тщательно взвесить количество комбинируемых элементов, было замечено, что пропорции не только определены, но и находятся в очень любопытной связи друг с другом. Если элемент А соединяется с двумя различными

пропорциями элемента В с образованием двух соединений, то оказывается, что вес большего количества В точно кратен весу меньшего количества. Это любопытное соотношение было замечено доктором Волластоном, одним из самых точных наблюдателей, а чуть позже оно было подтверждено Йоханом Якобом Берцелиусом, великим шведским химиком, которому суждено было оказывать доминирующее влияние на химический мир в течение следующего поколения. Но это сочетание элементов в числовых пропорциях было именно тем, что Дальтон заметил еще в 1802 году, и что привело его непосредственно к атомным весам. Таким образом, подтверждение этого существенного положения химиками такого авторитета дало сильнейшее подтверждение атомной теории.

В те же годы растущий авторитет французского химического мира Жозеф Луи Гей-Люссак проводил эксперименты с газами, которые он проводил сначала совместно с Гумбольдтом, но которые позже проводились независимо. В 1809 году, на следующий год после публикации первого тома "Новой системы химической философии" Дальтона, Гей-Люссак опубликовал результаты своих наблюдений и, среди прочего, обратил внимание на замечательный факт, что газы при одинаковых условиях температуры и давления всегда соединяются в определенных количественных пропорциях по объему. Например, ровно два объема водорода соединяются с одним объемом кислорода, образуя воду. Более того, полученное газообразное соединение всегда находится в простой зависимости от объемов соединения. В только что приведенном случае соединение двух объемов водорода и одного объема кислорода приводит к образованию ровно двух объемов водяного пара.

Вполне естественно, что поборники атомной теории ухватились за эти наблюдения Гей-Люссака как за убедительную поддержку своей гипотезы — то есть все они, за исключением самого удивительно самонадеянного автора атомной теории, который отказался признать наблюдения французского химика достоверными. И все же наблюдения Гей-Люссака были правильными, что с тех пор вновь продемонстрировали бесчисленные химики, и его теория объемных соединений стала одним из краеугольных камней атомной теории, несмотря на противодействие автора этой теории.

Истинное объяснение закона объединения объемов Гей-Люссака было почти сразу же придумано итальянским ученым Амадео Авогадро и выражено в терминах атомной теории. Факт должен заключаться в том, сказал Авогадро, что при сходных физических условиях каждая форма газа содержит точно такое же количество конечных частиц в данном объеме. Каждая из этих элементарных физических частиц может состоять из двух или более атомов (как в случае водяного пара), но такой составной атом ведет себя так, как если бы он был простым и неделимым атомом, что касается объема пространства, отделяющего его от своих собратьев при данных условиях давления и температуры. Сложный атом, состоящий из двух или более элементарных атомов, Авогадро предложил различать, в целях удобства, под названием молекула. Закон Авогадро применим именно к молекуле, рассматриваемой как единица физической структуры.

Это чрезвычайно важное различие между атомами и молекулами, подразумеваемое в только что изложенном законе, было опубликовано в 1811 году. Четыре года спустя знаменитый французский физик Ампер изложил аналогичную теорию и использовал закон в своих математических расчетах. И с этим закон Авогадро исчез из поля зрения целого поколения.

Мало подозревая, что это был тот самый ключ к внутренним тайнам атомов, который они искали, химики того времени отбросили его в сторону и позволили ему стереться из памяти их науки.

В этом, однако, не было ничего странного, поскольку, конечно, закон Авогадро основан на атомной теории, а в 1811 году атомная теория сама по себе все еще взвешивалась на весах. Закон множественных пропорций нашел всеобщее признание как эмпирический факт, но многие ведущие светила химии по-прежнему косо смотрели на объяснение этого закона Далтоном. Таким образом, Волластон, хотя с самого начала он был склонен принять точку зрения Дальтона, осторожно предположил, что было бы неплохо использовать ни к чему не обязывающее слово "эквивалент" вместо "атома"; и Дэви по аналогичной причине в своей книге 1812 года говорит только о "пропорциях", не связывая себя никакой теорией относительно того, какова могла бы быть природа этих пропорций.

Однако, по крайней мере, два великих химика того времени приняли атомный взгляд с меньшими оговорками. Одним из них был Томас Томсон, профессор из Эдинбурга, который в 1807 году в общих чертах изложил теорию Дальтона в широко распространенной книге, которая впервые привлекла к этой теории всеобщее внимание химического мира. Другим и даже более известным сторонником атомной теории был Йохан Якоб Берцелиус. Этот великий шведский химик сразу же приступил к работе над тем, чтобы подвергнуть атомную теорию таким испытаниям, которые можно было бы применить в лаборатории. Он был аналитиком высочайшего мастерства и в течение многих лет посвящал себя определению комбинированных весов, "эквивалентов" или "пропорций" различных элементов. Эти определения, в той мере, в какой они были сделаны точно, были простыми выражениями эмпирических фактов, независимыми от какой-либо теории; но постепенно становилось все более и более очевидным, что все эти факты согласуются с атомной теорией Дальтона. Таким образом, по общему согласию пропорциональные комбинированные веса элементов стали известны как атомные веса — название, которое дал им Дальтон с самого начала, — и материальная концепция химического атома как тела определенного строения и веса неуклонно завоевывала популярность.

С самого начала эта идея имела предельную осязаемость в сознании Дальтона. Он всегда представлял различные атомы геометрическими символами — в виде круга для обозначения кислорода, круга, заключающего точку для обозначения водорода, и тому подобного — и представлял соединения, помещая эти символы элементов рядом. Берцелиус предложил усовершенствовать этот метод, заменив геометрический символ инициалом латинского названия представленного элемента — О для кислорода, Н для водорода и так далее — числовым коэффициентом, который следует за буквой как указание на количество атомов, присутствующих в любом данном соединении. Эта простая система вскоре получила всеобщее признание, и с небольшими изменениями она до сих пор используется повсеместно. Теперь каждый школьник знает, что H_2O — это химический способ выражения соединения двух атомов водорода с одним атомом кислорода с образованием молекулы воды. Но такая формула не имела бы никакого значения для самого мудрого химика до времен Берцелиуса.

Всеобщая слава великого шведского авторитета способствовала тому, что его символы и атомные веса получили широкое распространение, и разработанная таким образом новая точка зрения вскоре привела к двум важным открытиям, которые устранили последние сохраняющиеся сомнения относительно обоснованности атомной теории. В 1819 году два

французских физика, Дюлонг и Пети, экспериментируя с теплом, обнаружили, что удельная теплоемкость твердых тел (то есть количество тепла, необходимое для повышения температуры данной массы до заданной степени) изменяется обратно пропорционально их атомному весу. В том же году Эйльхард Мичерлих, немецкий исследователь, заметил, что соединения, имеющие одинаковое количество атомов в молекуле, расположены с одинаковыми углами кристаллизации — свойство, которое он назвал изоморфизмом.

Итак, перед нами были два совершенно новых и независимых набора эмпирических фактов, которые странным образом согласуются с предположением, что вещества состоят из химических атомов определенного веса. Это, конечно, не могло быть совпадением — это говорит о законе. И поэтому, как только утверждения Дюлонга, Пети и Мичерлиха были подтверждены другими наблюдателями, законы удельной теплоемкости атомов и изоморфизма заняли свое место в качестве новых рычагов химической науки. С помощью этих новых инструментов вокруг атомной теории вскоре был возведен неприступный бруствер фактов. И Джон Далтон, автор этой теории, простой провинциальный квакер, работавший до конца на пенсии, стал известен всему миру и на все времена как мастер из мастеров.

ХАМФРИ ДЭВИ И ЭЛЕКТРОХИМИЯ

В те первые годы девятнадцатого века, когда Дальтон оттачивал химические факты и теорию в своей малоизвестной манчестерской лаборатории, другой англичанин привлек внимание химического мира серией самых блестящих и широко разрекламированных исследований. Это был Хамфри Дэви, молодой человек, приехавший в Лондон в 1801 году по просьбе графа Румфорда, чтобы занять кафедру химической философии в Королевском институте, который знаменитый американец только что основал.

Здесь под руководством Дэви была введена в действие самая большая из когда-либо сконструированных вольтовых батарей, и от блестящего молодого экспериментатора ожидали почти чудес. И действительно, он едва ли оправдал ожидания, поскольку с помощью своей батареи превратил такое знакомое вещество, как обычный поташ, в металл, который был не только настолько легким, что плавал в воде, но и обладал, казалось бы, чудесным свойством вспыхивать пламенем, как только соприкасался с этой огнегасящей жидкостью. Если бы это не было чудом, то в глазах окружающих все выглядело бы чудесным.

Что Дэви действительно сделал, так это разложил поташ, который до сих пор считался элементарным, высвободив из него кислород и таким образом выделив его металлическую основу, которую он назвал калием. То же самое было сделано с содой, и был открыт очень похожий металл натрий — металлы уникального типа, обладающие странной жадностью к кислороду и способные поглощать его, даже когда он связан с молекулами воды. Рассматриваемые как простые курьезы, эти открытия были интересны, но помимо этого они имели большое теоретическое значение, поскольку демонстрировали сложную природу некоторых знакомых химических веществ, которые ранее считались элементами. Несколько других элементарных земель постигла та же участь, когда они подверглись электрическому воздействию; таким образом, были открыты металлы барий, кальций и стронций. Впоследствии Дэви всегда называл предполагаемые элементарные вещества (включая кислород, водород и остальные) "несоставными" телами. Они сопротивляются всем нынешним попыткам их разложения, но как можно знать, чего могло бы не произойти, если бы они подверглись

воздействию, которое, возможно, когда-нибудь будет обнаружено, которое превосходит по мощности батарею, как батарея превосходит паяльную трубку?

Другим и даже более важным теоретическим результатом, полученным в результате экспериментов Дэви в течение этого первого десятилетия века, было доказательство того, что при разложении чистой воды электрическим током не образуются никакие элементарные вещества, кроме водорода и кислорода. Дэви и другие ученые рано заметили, что при пропускании сильного тока через воду на одном полюсе батареи появляются щелочи, а на другом - кислоты, и это при том, что используемая вода была абсолютно чистой. Это, по-видимому, рассказывало о сотворении элементов — трансмутации, всего в одном шаге от сотворения самой материи — под влиянием новой "силы". Это был один из величайших триумфов Дэви - доказать в серии экспериментов, описанных в его знаменитой бакерианской лекции 1806 года, что предполагаемого образования элементов не происходило, а вещества, обнаруженные на полюсах батареи, были растворены на стенках сосудов, в которые была помещена вода, с которой проводились эксперименты. Таким образом, то же самое орудие, которое послужило для придания определенного философского обоснования угасающим мечтам об алхимии, беспощадно изгнало эти мечты из области современной науки.

"Еще в 1800 году, - пишет Дэви, - я обнаружил, что, когда отдельные порции дистиллированной воды, заполняющие две стеклянные трубки, соединенные влажными пузырьками, или любые влажные вещества животного или растительного происхождения, подвергались электрическому воздействию пучка Вольты с помощью золотых проволочек, азотно-соляной раствор золота появлялся в трубке, содержащей положительный провод, или провод, передающий электричество, и раствор соды в противоположной трубке; но вскоре я установил, что соляной кислотой обязаны своему существованию используемые вещества животного или растительного происхождения; ибо когда те же волокна соляной кислоты подвергались электрическому воздействию. хлопок использовался в последовательных экспериментах и после каждого процесса промывался в слабом растворе азотной кислоты, вода в содержащем их аппарате, хотя и действовала в течение длительного времени с очень большой силой, в конце концов не оказала никакого воздействия на нитрат серебра.

"В тех случаях, когда я приобретал много соды, стекло в месте соприкосновения с проволокой казалось сильно проржавевшим; и я утвердился в своей идее связать производство щелочи главным образом с этим источником, обнаружив, что нельзя получить фиксированное солевое вещество путем электризации дистиллированной воды в одной агатовой чашке из двух точек платины с помощью вольтовой батареи.

Однако мистер Сильвестр в статье, опубликованной в журнале мистера Николсона за август прошлого года, утверждает, что, хотя при использовании одного сосуда не образуется фиксированной щелочи или соляной кислоты, тем не менее, при использовании двух сосудов они образуются обе. И чтобы устранить все возражения относительно растительных веществ или стекла, он проводил свой процесс в сосуде, сделанном из обожженной глины для курительных трубок, помещенном в тигель с платиной. Я не сомневаюсь в правильности его результатов, но вывод представляется спорным. Он полагает, что получил неподвижную щелочь, потому что жидкость после нагревания и выпаривания оставляла вещество с коричневатым оттенком куркумы, что произошло бы, если бы это была известь, вещество, которое в значительных количествах содержится во всей трубочной глине; и даже с учетом

присутствия неподвижной щелочи материалы,используемые для изготовления табачных трубок, вовсе не таковы, чтобы исключать сочетание этого вещества.

Я возобновил расследование; я раздобыл маленькие цилиндрические чашечки из агата емкостью примерно в четверть кубического дюйма каждая. Их кипятили в течение нескольких часов в дистиллированной воде, а затем соединяли вместе кусочки очень белого и прозрачного амiantуса, обработанные таким же образом; их заливали дистиллированной водой и с помощью двух платиновых проволочек пропускали электрический ток от ста пятидесяти пар пластин из меди и цинка площадью четыре квадратных дюйма, которые активизировались с помощью раствора квасцов. Через сорок восемь часов процесс был исследован: бумага, окрашенная лакмусовой бумажкой, погруженная в трубку, содержащую передающий или положительный провод, сразу же сильно покраснела. Бумага, окрашенная куркумой, введенной в другую пробирку, имела значительно более насыщенный цвет; кислотное вещество придавало очень легкую степень набухания раствору нитрата соды. Жидкость, в которую попала куркума, сохранила это свойство после сильного кипячения; и она казалась более яркой по мере уменьшения количества при выпаривании; к ней примешали карбонат аммиака, все высушили и подвергли сильному нагреванию; осталось ничтожное количество белого вещества, которое, насколько я мог судить, обладало свойствами карбоната соды. Я сравнил его с аналогичными мельчайшими порциями чистых карбонатов калия и аналогичными мельчайшими порциями чистых карбонатов калия и соды. Оно было не таким жидким, как первое из этих тел, и образовывало соль с азотной кислотой, которая, подобно нитрату соды, вскоре притягивала влагу из влажной атмосферы и становилась жидкой.

"Этот результат был неожиданным, но он был далек от того, чтобы убедить меня в том, что вещества, которые были получены, были сгенерированы. В ходе аналогичного процесса со стеклянными пробирками, проведенного при точно таких же обстоятельствах и за то же время, я получил количество щелочи, которое должно было быть более чем в двадцать раз больше, но без следов соляной кислоты. Была большая вероятность, что агат содержал какую-то ничтожную долю солевого вещества, которое нелегко обнаружить химическим анализом, либо в сочетании, либо в тесной связке в его порах. Чтобы определить это, я повторил это во второй, третий и четвертый раз. Во втором эксперименте мутность все еще создавалась раствором нитрата серебра в пробирке, содержащей кислоту, но она была менее отчетливой; в третьем процессе она была едва заметна; а в четвертом процессе две жидкости оставались совершенно прозрачными после смешивания. Количество щелочного вещества уменьшалось с каждой операцией; и в последнем процессе, хотя батарейка работала интенсивно в течение трех дней, жидкость обладала, в очень незначительной степени, способностью действовать только на бумагу, окрашенную куркумой; но ее щелочные свойства были очень ощутимы на лакмусовой бумаге, слегка покрасневшей, что является гораздо более деликатным тестом; и после выпаривания и обработки карбонатом аммиака все еще оставалось едва заметное количество фиксированной щелочи. Кислотного вещества в другой пробирке было в избытке; вкус у него был кислый; пахло оно водой, над которой долгое время хранилось большое количество газообразной закиси азота; оно не приводило к растворению соляной кислоты баритов; и капля его, помещенная на полированную серебряную пластинку, оставляла после испарения черное пятно, точно такое же, как от чрезвычайно разбавленной азотистой кислоты.

"После этих результатов я больше не мог сомневаться в том, что некоторое количество солевого раствора, присутствовавшего в агатовых трубочках, было источником кислотного вещества,

способного осаждать нитрат серебра и большую часть щелочи. Однако четыре дополнительных повторения процесса убедили меня, что точно так же существовала какая-то другая причина присутствия этого последнего вещества; ибо до последнего оно продолжало проявляться в количествах, достаточно различных и, по-видимому, равных во всех случаях. Я принял все меры предосторожности, я поместил трубку в стеклянные сосуды вне досягаемости циркулирующего воздуха; все действующие вещества были многократно промыты дистиллированной водой; и ни к какой их части, контактирующей с жидкостью, пальцы не прикасались.

"Единственным веществом, которое я теперь мог считать источником фиксированной щелочи, была сама вода. Эта вода оказалась чистой благодаря тестам на содержание нитрата серебра и муриата барита; но, как хорошо известно, при быстрой перегонке количество поташа соды увеличивается в небольших количествах; а свежая речная вода, которую я использовал, содержит примеси животного и растительного происхождения, которые, как легко было предположить, могут давать нейтральные соли, способные переноситься при ярком кипении".(1) Дальнейший эксперимент подтвердил правильность этого вывода, и последние сомнения относительно происхождения загадочного химического вещества были рассеяны.

Хотя присутствие щелочей и кислот в воде было объяснено, однако оставалось объяснить их соответствующую миграцию к отрицательному и положительному полюсам батареи. Классическое объяснение Дэви предполагало, что различные элементы различаются между собой по своим электрическим свойствам, причем одни из них наэлектризованы положительно, другие отрицательно. Электричество и "химическое сродство", по его словам, очевидно, являются проявлениями одной и той же силы, действующей в одном случае на массы, в другом - на частицы. Электроположительные частицы соединяются с электроположительными отрицательными частицами, образуя химические соединения, в силу известного принципа, согласно которому противоположные электрические силы притягиваются друг к другу. Когда соединения разлагаются батареей, это взаимное притяжение преодолевается более сильным притяжением полюсов самой батареи.

Эта теория бинарного состава всех химических соединений посредством объединения электроположительных и электроотрицательных атомов или молекул была расширена Берцелиусом и легла в основу его знаменитой системы теоретической химии. Эта теория утверждала, что все неорганические соединения, каким бы сложным ни был их состав, по существу состоят из таких бинарных комбинаций. В течение многих лет эта точка зрения пользовалась почти бесспорным влиянием. Это получило, как казалось, убедительное подтверждение, когда Фарадей показал определенную связь между количеством затрачиваемого электричества и степенью разложения, производимого в так называемом электролите. Но его утверждения были действительно слишком всеобъемлющими, как показали последующие открытия.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ И ИДЕЯ МОЛЕКУЛЫ

Когда Берцелиус впервые обнародовал свою бинарную теорию, он позаботился о том, чтобы ограничить ее применение в неизмененном виде соединениями неорганического мира. В то время и долгое время после этого предполагалось, что вещества органической природы обладают некоторыми свойствами, которые удерживают их в стороне от области неорганической химии. Почти не вызывало сомнений, что здесь действовала так называемая

"жизненная сила", заменяющая или модифицирующая действие обычного "химического сродства". Действительно, было признано, что органические соединения состоят из знакомых элементов — главным образом углерода, кислорода, водорода и азота; но предполагалось, что эти элементы соединены способами, которые невозможно воспроизвести в области неживого. Считалось почти аксиомой химии, что ни одно органическое соединение, какое бы то ни было, не может быть собрано из его элементов — синтезировано — в лаборатории. Считалось, что для осуществления синтеза даже простейшего органического соединения должна быть задействована "жизненная сила".

Поэтому в химическом мире произошла настоящая сенсация, когда в 1828 году было объявлено, что молодой немецкий химик Фридрих Велер, бывший ученик Берцелиуса и уже известный как будущий мастер, действительно синтезировал хорошо известный органический продукт мочевины в своей лаборатории в Сакроу. "Исключение, подтверждающее правило" - это нечто такое, о чем никогда не слышали в области логической науки. Естественное право не знает исключений. Таким образом, синтеза единственного органического соединения было достаточно, чтобы одним ударом разрушить химический барьер, который воображение отцов науки воздвигло между живой и неодушевленной природой. С этого момента химик-философ рассматривал бы растительные и животные организмы как химические лаборатории, в которых условия особенно благоприятны для создания сложных соединений из нескольких знакомых элементов под действием универсальных химических законов. Химерная "жизненная сила" больше не могла получить признания в области химии.

Теперь волна интереса к органической химии захлестнула химический мир, и вскоре изучение соединений углерода стало такой же модой, какой была электрохимия у предыдущего поколения.

Выдающимися среди работников, сделавших эту эпоху органической химии незабываемой, были Юстус Либих в Германии и Жан Батист Андре Дюма во Франции, а также их соответствующие ученики, Чарльз Фредерик Герхардт и Огюст Лоран. Велер тоже должен быть назван на одном дыхании, как и Луи Пастер, который, хотя и был несколько моложе других, появился на сцене вовремя, чтобы принять главное участие в наиболее важных спорах, возникших в результате их трудов.

Несколькими годами ранее этого путь для изучения органических веществ был проложен открытием Гей-Люссака, сделанным в 1815 году, что определенное соединение углерода и азота, которое он назвал цианогеном, обладает особой степенью стабильности, которая позволяет ему сохранять свою идентичность и вступать в химические отношения подобно простому телу. Год спустя Ампер обнаружил, что азот и водород, будучи объединены в определенных пропорциях с образованием того, что он назвал аммонием, обладают одним и тем же свойством. Берцелиус ухватился за это открытие составного радикала, как его называли, потому что оно, казалось, помогало его дуалистической теории. Он выдвинул идею о том, что все органические соединения представляют собой бинарные соединения различных сложных радикалов с атомом кислорода, обнародовав эту теорию в 1818 году. Десять лет спустя Либих и Велер провели совместное исследование, в результате которого было доказано, что составные радикалы действительно очень распространены среди органических веществ. Таким образом, теория Берцелиуса, казалось, была подтверждена, и органическая химия стала определяться как химия сложных радикалов.

Но даже в день своего кажущегося триумфа дуалистической теории было суждено испытать жестокий удар. Это произошло благодаря исследованиям Дюма, который доказал, что из определенного органического вещества можно удалить атом водорода и заменить его атомом хлора, не нарушая целостности исходного соединения — подобно тому, как ребенок может заменять один кубик другим в своем игровом домике. Такая замена вполне соответствовала бы дуалистической теории, если бы не тот очень важный факт, что водород является сильно электроположительным элементом, в то время как хлор столь же сильно электроположителен. Следовательно, составной радикал, который последовательно соединялся с этими двумя элементами, сам должен был быть в одно время электроположительным, в другое — электроотрицательным — кажущаяся непоследовательность, которая ставила в немилость всю теорию Берцеля.

На его месте была разработана, главным образом благодаря усилиям Лорана и Герхардта, концепция молекулы как единой структуры, созданной путем агрегации различных атомов в соответствии с "избирательным сродством", природа которого еще не понята. Доктрина "ядер" и доктрина "типов" молекулярной структуры широко использовались и, подобно доктрине сложных радикалов, стали полезными в качестве вспомогательных средств для запоминания и ориентиров для аналитика, указывая на некоторые планы молекулярного построения, хотя никоим образом не проникая в тайны химического сродства. Это скорее классификации, чем объяснения химических соединений. Но, по крайней мере, они послужили важной цели, придав определенность идее молекулярной структуры, состоящей из атомов, как основе всех веществ. Теперь, наконец, слово "молекула" приобрело в сознании большинства химиков особое значение, отличное от "атома", как это было для Авогадро треть века назад. Гипотеза Авогадро о том, что в равных объемах газов при фиксированных условиях содержится равное количество этих молекул, была возрождена Герхардтом, а чуть позже, под руководством Канниццаро, возведена в ранг фиксированного закона. Отныне концепция молекулы должна была стать такой же доминирующей мыслью в химии, какой идея атома стала в предыдущую эпоху.

ХИМИЧЕСКОЕ СРОДСТВО

Конечно, сам атом ни в коем случае не был перемещен, но закон Авогадро вскоре прояснил, что атом часто узурпировал территорию, которая ему на самом деле не принадлежала. Во многих случаях химии предполагали, что имеют дело с атомами как единицами, где истинной единицей является молекула. Например, в случае элементарных газов, таких как водород и кислород, закон равного числа молекул в равных пространствах ясно показывает, что атомы не существуют изолированно, как предполагалось ранее. Поскольку два объема водорода соединяются с одним объемом кислорода, образуя два объема водяного пара, простейшая математика показывает, в свете закона Авогадро, не только то, что каждая молекула воды должна содержать два атома водорода (пункт, ранее оспаривавшийся), но и то, что исходные молекулы водорода и кислорода должны были состоять в каждом случае из двух атомов — иначе как один объем кислорода мог бы обеспечить атом для каждой молекулы двух объемов воды?

Что же тогда из этого следует? Да потому, что элементарный атом обладает жадностью к другим атомам, стремлением к товариществу, "аффинити" — называйте это как хотите, — которое обязательно будет удовлетворено, если другие атомы окажутся по соседству. Помещенный исключительно среди атомов себе подобного, атом кислорода цепляется за другой атом кислорода, и во всех своих безумных плясках эти два партнера цепляются друг за друга —

возможно, вращаясь друг вокруг друга по миниатюрным планетарным орбитам. Точно то же самое происходит и с атомами водорода. Но теперь предположим, что различные пары атомов кислорода приближаются к другим парам атомов водорода (при надлежащих условиях, которые не должны нас здесь задерживать), тогда каждый атом кислорода теряет привязанность к своему собрату и бешено бросается в цепь одного из водородных соединений, и — вуаля! — на каждые три молекулы, которые были раньше, приходится всего две, а свободные кислород и водород превратились в воду. Весь процесс, выраженный химической фразеологией, сводится к утверждению, что при данных условиях атомы кислорода имели большее сродство к атомам водорода, чем друг к другу.

По мере того, как химики изучали действия различных видов атомов в отношении их соединений друг с другом с образованием молекул, до них постепенно дошло, что не все элементы удовлетворяются одинаковым количеством компаньонов. Некоторые элементы просят только одного и отказываются брать больше; в то время как другие связывают себя, когда представится случай, с двумя, тремя, четырьмя или более. Таким образом, мы увидели, что кислород оставил единственный в своем роде атом и связался с двумя атомами водорода. Тогда ясно, что атом кислорода, подобно двуручному существу, способен удерживать два других атома. Но у нас нет доказательств, что при каких-либо обстоятельствах он может содержать более двух. Его сродство, похоже, удовлетворяется, когда у него две связи. Но, с другой стороны, атом азота способен удерживать три атома водорода и делает это в молекуле аммония (NH_3); в то время как атом углерода может содержать четыре атома водорода или два атома кислорода.

Таким образом, очевидно, что один атом не всегда эквивалентен другому атому другого вида по объединению мощностей. Признание этого факта Франклендом около 1852 года и его дальнейшее изучение другими (в частности, А. Кекуле и А. С. Купером) привели к введению слова "эквивалент" в химическую терминологию в новом смысле и, в частности, к пониманию сродства или "валентности" различных элементов, что оказалось наиболее фундаментальным значением. Таким образом, было показано, что из четырех элементов, которые наиболее заметны в органических соединениях, водород может связываться только одной связью с любым другим элементом — у него, так сказать, есть только одна рука, которой можно ухватиться, — в то время как кислород способен образовывать две связи, азот - три (возможно, пять) и углерод - четыре. Слова одновалентный, двухвалентный, трехвалентный, тетравалентный и т.д. были придуманы для выражения этого важнейшего факта, и различные элементы стали известны как монады, диады, триады и т.д. Почему разные элементы должны таким образом различаться по валентности, пока никто не знает; это эмпирический факт, что они различаются. И как только природа любого элемента была определена с точки зрения его валентности, было получено самое важное представление о возможном поведении этого элемента. Таким образом, принимая во внимание тот факт, что водород одновалентен, в то время как кислород двухвалентен, становится ясно, что мы должны ожидать найти не более трех соединений этих двух элементов, а именно: $\text{H}-\text{O}-$ (написано химиком НО и называется гидроксил); $\text{H}-\text{O}-\text{H}$ (H_2O , или вода) и $\text{H}-\text{O}-\text{O}-\text{H}$ (H_2O_2 , или перекись водорода). Можно заметить, что в первом из этих соединений атом кислорода стоит, так сказать, со свободной рукой, нетерпеливо протягивая ее, следовательно, к другому компаньону и, следовательно, выражаясь языком химии, образуя нестабильное соединение. Опять же, в третьем соединении, хотя все взялись за руки, все же одна пара связывает кислород с кислородом; и это также должно быть нестабильное соединение, поскольку алчность атома к себе подобным

относительно слаба. Таким образом, объясняются хорошо известные свойства перекиси водорода, ее легкое разложение и то рвение, с которым она поглощает элементы других соединений.

Но, с другой стороны, молекула воды имеет атомы, расположенные в состоянии устойчивого равновесия, при этом удовлетворяются все их сродства. Каждый атом водорода удовлетворил свое собственное сродство, сцепившись с атомом кислорода; а у атома кислорода обе его связи удовлетворились, сцепившись обратно с двумя атомами водорода. Следовательно, трио, связанное этой тесной связью, не имеет склонности тянуться к какому-либо другому компаньону и, более того, не имеет никакой силы удержать другого, если он навязывается им. Они образуют "стабильное" соединение, которое при любых обычных обстоятельствах сохраняет свою идентичность молекуле воды, даже несмотря на то, что физическая масса, частью которой оно является, меняет свое состояние с твердого на газообразное, со льда на пар.

Но рассмотрение этого условия устойчивого равновесия в молекуле сразу же наводит на новый вопрос: как может совокупность атомов, при удовлетворении всем их сродствам, принимать какое-либо дальнейшее участие в химических реакциях? По-видимому, такая молекула, каковы бы ни были ее физические свойства, должна быть химически инертной, неспособной к какой-либо атомной перестройке. И так оно и есть на самом деле, пока атомы, составляющие его, неустанно цепляются друг за друга. Но, похоже, это именно то, к чему атомы мало склонны. Кажется, что они до последней степени непостоянны в своих индивидуальных привязанностях и так же склонны вырваться из рабства, как и войти в него. Таким образом, атом кислорода, который только что включился в круговорот двух атомов водорода, в следующий момент снова высвобождается и ищет новых товарищей. Для всего мира это похоже на непрестанную смену партнеров в разухабистом танце. Это непрерывное растворение и преобразование молекул в веществе, которое в целом остается, по-видимому, неизменным, впервые было полностью оценено Сент-Клером Девиллем и названо им диссоциацией. Это процесс, который протекает гораздо активнее в одних соединениях, чем в других, и гораздо активнее при одних физических условиях (таких как повышение температуры), чем при других. Но, по-видимому, ни одно вещество при обычных температурах и ни одно при температуре выше абсолютного нуля не является абсолютно свободным от его возмущающего воздействия. Следовательно, молекулы, полностью удовлетворенные валентностью своих атомов, не теряют своей химической активности, поскольку каждый атом на мгновение свободен в обмене партнерами и может захватывать разные атомы у своих бывших партнеров, если те, которые он предпочитает, находятся под рукой.

Однако, хотя понимание этой непрерывной активности атома необходимо для правильного понимания его химической эффективности, все же с другой точки зрения "насыщенную" молекулу, то есть молекулу, валентность всех атомов которой удовлетворена, можно рассматривать как относительно неподвижный или стабильный организм. Даже при том, что в настоящее время он может быть разрушен, на данный момент это завершенная структура; и рассмотрение валентности его атомов дает лучший ключ, который до сих пор был доступен, относительно характера его архитектуры. Насколько важным может быть этот вопрос архитектуры молекулы - пространственных соотношений атомов — был продемонстрирован еще в 1823 году, когда Либих и Велер доказали, к полному недоумению химического мира, что два вещества могут иметь совершенно одинаковый химический состав — одинаковое

количество и тип атомов — и все же совершенно различаться по физическим свойствам. Слово "изомерия" было придумано Берцелиусом, чтобы выразить это аномальное состояние вещей, которое, казалось, отрицало самые фундаментальные истины химии. Присвоение названия условию никоим образом не объясняло этого, но стало ясно, что в архитектуре молекулы важно нечто большее, чем простое количество и тип атомов. Стало ясно, что атомы не складываются случайным образом, чтобы построить молекулу, так же как кирпичи не складываются случайным образом, чтобы сформировать дом.

Насколько тонкими могут быть градации архитектурного замысла при построении молекулы, было хорошо проиллюстрировано примерно в 1850 году, когда Пастер обнаружил, что некоторые соединения углерода — например, определенные сахара - можно отличить друг от друга, находясь в растворе, только по факту их скручивания или поляризации луча света влево или вправо соответственно. Но никаких намеков на объяснение этих странных изменений молекулярной структуры не возникало до открытия закона валентности. Тогда большая часть тайны рассеялась; ибо стало ясно, что, поскольку каждый атом в молекуле может содержать в себе только фиксированное количество других атомов, в сложных молекулах атомы должны быть связаны в определенные цепочки или группы. И столь же очевидно, что там, где атомов много, точный план группировки иногда может быть подвержен изменениям без нарушения закона валентности. Именно в таких случаях наблюдается возникновение изомерии.

Постоянно обращая внимание на этот вопрос о сродстве, химики могут составить схематические изображения плана архитектуры любой молекулы, состав которой известен. Например, в простой молекуле воды (H_2O) два атома водорода должны были освободить друг друга до того, как они смогли присоединиться к кислороду, и способ соединения, по-видимому, должен быть таким, который представлен в графической формуле $H-O-H$. С молекулами, состоящими из большого количества атомов, такое графическое представление схемы связывания, конечно, становится все более сложным, но при наличии сходства в качестве ориентира это всегда возможно. Конечно, никто не предполагает, что такая формула, написанная в одной плоскости, может представлять истинную архитектуру молекулы: она в лучшем случае наводит на размышления или является диаграммой, а не иллюстрацией. Тем не менее, он дает такие намеки на структуру молекулы, которые отцы химии не сочли бы когда-либо возможными.

ПЕРИОДИЧНОСТЬ АТОМНЫХ ВЕСОВ

На первый взгляд может показаться, что эти совершенно новые исследования молекулярной архитектуры отнимают у атома большую часть его бывшего престижа как важнейшего персонажа химического мира. Поскольку так много зависит от простого положения атомов, может показаться, что сравнительно мало зависит от природы самих атомов. Но такая точка зрения неверна, поскольку при ближайшем рассмотрении окажется, что ни разу не было замечено, чтобы атом отказывался от своей особой индивидуальности. В определенных пределах характер молекулы может быть изменен путем изменения положения ее атомов (точно так же, как разные здания могут быть построены из одних и тех же кирпичей), но эти пределы четко определены, и превысить их было бы так же невозможно, как построить каменное здание из кирпичей. От начала и до конца кирпич остается кирпичом, независимо от стиля архитектуры, с помощью которого он был построен; он никогда не становится камнем. И точно так же каждый атом сохраняет свои особые свойства, независимо от окружения.

Так, например, атом углерода может одновременно участвовать в образовании алмаза, затем куска угля и еще раз частицы сахара, древесного волокна, ткани животного или газа в атмосфере; но от начала и до конца — от драгоценного камня для резки стекла до неосязаемого газа — не происходит никаких заметных изменений ни в одном из свойств самого атома. Насколько нам известно, его размер, вес, способность к вибрации или вращению и присущие ему свойства остаются абсолютно неизменными на протяжении всех этих изменений положения и ассоциации. И то же самое верно для каждого атома всех семидесяти с лишним элементарных веществ, с которыми знаком современный химик. Кажется, что каждый из них всегда сохраняет свою уникальную целостность, ничего не приобретая и ничего не теряя.

Поскольку все это верно, может показаться, что положение дальтоновского атома как изначальной частицы материи, неразрушимой и неизменяемой, было подвергнуто проверке химией нашего столетия и не было обнаружено недостатков. С тех первых дней века, когда электрическая батарея творила свои чудеса и, казалось бы, достигла своих пределов в руках Дэви, было открыто много новых элементарных веществ, но ни один элемент не был смещен со своего положения неразложимого тела. Напротив, анализы химика, казалось, делали его все более и более уверенным в том, что все элементарные атомы на самом деле являются тем, что Джон Гершель назвал "промышленными изделиями" — изначальными, неизменяемыми, неразрушимыми.

И все же, как ни странно, случилось так, что рука об руку с экспериментами, ведущими к такой цели, шли другие эксперименты и рассуждения совершенно противоположного толка. В каждом поколении среди лидеров своей науки были химики, которые отказывались признать, что так называемые элементы вообще являются элементами в каком-либо окончательном смысле, и которые нетерпеливо искали доказательства, которые могли бы оправдать их скептицизм. Первые свидетельства, подтверждающие эту точку зрения, были представлены английским врачом, доктором Уильямом Праутом, который в 1815 году обратил внимание на любопытную зависимость, наблюдаемую между атомным весом различных элементов. Принимая цифры, приведенные авторитетами того времени (в частности, Томсоном и Берцелиусом), оказалось, что поразительно большая часть атомных масс была кратна массе водорода, а другие отличались настолько незначительно, что расхождение могло объясняться ошибками наблюдения. Праут чувствовал, что это не могло быть случайным, и он не мог придумать никакого разумного объяснения, кроме того, что атомы различных предполагаемых элементов состоят из разного фиксированного количества атомов водорода. Может ли быть так, что единственным истинным элементом — единой первичной материей — является водород, а все остальные формы материи являются всего лишь соединениями этого исходного вещества?

Праут выдвинул эту поразительную идею сначала робко, в анонимной публикации; но впоследствии он открыто поддержал ее и настаивал на ее обоснованности. Появившаяся сразу после диссоциации Дэви некоторых предполагаемых элементов, идея оказалась заманчивой и на какое-то время приобрела такую популярность, что химики были склонны округлять наблюдаемые атомные веса всех элементов до целых чисел. Но вскоре обновленные определения атомных весов, казалось, опровергли эту практику, и предполагаемый закон Праута приобрел дурную славу. Однако около 1840 года он был возрожден Дюма, чей огромный авторитет обеспечил ему уважительное слушание, и чье тщательное переопределение веса углерода, сделавшее его ровно в двенадцать раз больше веса водорода, помогло делу.

Впоследствии Стас, ученик Дюма, предпринял длинную серию определений атомных весов в надежде подтвердить гипотезу Прута. Но его результаты, казалось, опровергали гипотезу, поскольку считалось, что атомные веса многих элементов отличались от целых чисел больше, чем пределы погрешности экспериментов. Примечательно, однако, что уверенность Дюма не была поколеблена, хотя его заставили изменить гипотезу и, в соответствии с предыдущими предложениями Кларка и Мариньяка, признать изначальным элементом не сам водород, а атом, весящий половину или даже четверть веса водорода, из первичного атома которого состоит сам атом водорода. Но даже в этой измененной форме гипотеза встретила сильное противодействие со стороны наблюдателей-экспериментаторов.

Однако в 1864 году новое соотношение между весами элементов и другими их характеристиками было привлечено к вниманию химиков профессором Джоном А. Р. Ньюлендсом из Лондона, который заметил, что если элементы расположены последовательно в числовом порядке их атомных весов, наблюдается любопытное повторение аналогичных свойств с интервалом в восемь элементов. Этот так называемый "закон октав" привлек мало непосредственного внимания, но факты, которые он подразумевает, вскоре попали под наблюдение других химиков, в частности профессоров Густава Хинрихса в Америке, Дмитрия Менделеева в России и других ученых. Лотар Мейер в Германии. Менделеев дал этому открытию наиболее полное выражение, объяснив его в 1869 году под названием "периодический закон".

Хотя это раннее изложение того, что с тех пор было признано наиболее важным открытием, было очень полно изложено, большинство химиков не придавали ему особого значения до тех пор, пока примерно десятилетие спустя, когда были открыты три новых элемента, галлий, скандий и германий, которые при анализе совершенно неожиданно оказались подходящими для трех пробелов, оставленных Менделеевым в его периодической шкале. Фактически периодический закон позволил Менделееву предсказать существование новых элементов за годы до их открытия. Несомненно, система, приводящая к таким результатам, не является простым капризом. Таким образом, очень скоро периодический закон занял свое место в качестве одного из важнейших обобщений химической науки.

Этот закон периодичности был выдвинут как выражение наблюдаемых отношений, независимых от гипотез; но, конечно, теоретические основы этих фактов нельзя было упускать из виду. Как сказал профессор Дж. Х. Гладстон, это внушает нам "убеждение, что элементы не являются отдельными телами, созданными без связи друг с другом, но что они изначальны были сформированы или были построены друг из друга в соответствии с неким общим планом". От этого утверждения до праутианской гипотезы всего лишь короткий шаг.

НОВОЕ ОРУЖИЕ —СПЕКТРОСКОП И КАМЕРА

Но не только атомные веса указывают на сложную природу предполагаемых элементов. Доказательства совершенно иного рода способствовали достижению той же цели, начиная с источника, который едва ли можно было представить, когда формулировалась гипотеза Прута, через традицию создания нового оружия и заканчивая арсеналом химика — спектроскопом. Совершенство этого прибора в руках двух немецких ученых, Густава Роберта Кирхгофа и Роберта Вильгельма Бунзена, было достигнуто в результате проведенного в середине века исследования значения темных линий, которые наблюдались в солнечном спектре Фраунгофером еще в 1815 году и Волластоном десятилетием ранее. Стоукс и Фокс Тэлбот в Англии подозревали, но сначала Кирхгоф и Бунзен продемонстрировали, что эти линии,

которые, как было известно, занимают определенные положения в спектре, на самом деле указывают на определенные элементарные вещества. С помощью спектроскопа, который по сути представляет собой увеличительную линзу, прикрепленную к стеклянной призме, можно с большой точностью определять местоположение линий, и вскоре было показано, что это новое средство химического анализа самых изысканных деликатесов. Было обнаружено, например, что спектроскоп может обнаружить присутствие такого бесконечно малого количества натрия, как одна двухсоттысячная грана. Но что было еще более важно, спектроскоп не накладывал ограничений на расстояние нахождения исследуемого вещества при условии, что от него исходило достаточное количество света. Эксперименты, которые он регистрировал, могли проводиться на солнце или в самых отдаленных звездах или туманностях; действительно, одним из первых достижений прибора было вывести у солнца секрет его химического строения.

Однако для того, чтобы полностью использовать спектроскоп, необходимо было связать с ним еще одно новое химическое средство, а именно фотографию. Этот ставший уже привычным процесс основан на свойстве света разлагать определенные нестабильные соединения серебра и таким образом изменять их химический состав. Дэви и Веджвуд едва избежали открытия ценности фотографического метода в начале девятнадцатого века. Их преемники совершенно упускали это из виду примерно до 1826 года, когда Луи Ж. М. Дагерр, французский химик, взялся за дело и после многих лет экспериментов довел его до относительного совершенства в 1839 году, когда знаменитый дагерротип впервые привлек внимание общественности к этому вопросу. В том же году мистер Фокс Тэлбот прочитал доклад на эту тему в Королевском обществе, и вскоре после этого усилия Гершеля и многих других натурфилософов внесли свой вклад в развитие нового метода.

В 1843 году доктор Джон У. Дрейпер, известный англо-американский химик и физиолог, показал, что с помощью фотографии линии Фраунгофера в солнечном спектре могут быть нанесены на карту с абсолютной точностью; также доказав, что посеребренная пленка выявляет множество линий, невидимых невооруженным глазом. Ценность этого метода наблюдения была сразу же признана, и, как только спектроскоп был усовершенствован, фотографический метод в сочетании с его использованием стал бесценным для химика. Таким образом, сравнение спектров может быть произведено со степенью точности, недостижимой иным способом; и, в случае звезд, целые скопления спектров могут быть зарегистрированы при одном наблюдении.

По мере продолжения изучения солнца и звезд химии, в зависимости от их различных предубеждений, были поражены или обрадованы, увидев доказательство того, что в небесных телах можно найти многие знакомые земные элементы. Но что, возможно, удивило их больше всего, так это наблюдение огромного преобладания в звездных телах элемента водорода. Мало того, что в атмосфере солнца присутствует огромное количество этого элемента, но некоторые другие солнца, по-видимому, демонстрируют почти исключительно линии водорода в своих спектрах. Вскоре выяснилось, что звезды, для которых это верно, - это белые звезды, такие как Сириус, которые считались самыми горячими; тогда как звезды, которые раскалены только до красна, как наше солнце, также содержат пары многих других элементов, включая железо и другие металлы.

В 1878 году профессор Дж. Норман Локьер в докладе, представленном Королевскому обществу, обратил внимание на возможное значение этой серии наблюдений. Он настаивал на том, что

тот факт, что на солнце содержится меньше элементов, чем наблюдается здесь, на холодной земле, в то время как звезды, намного более горячие, чем солнце, содержат в основном один элемент, и что один водород, самый легкий из известных элементов, по-видимому, придает окраску возможности того, что наши предполагаемые элементы на самом деле являются соединениями, которые при температуре самых горячих звезд могут разлагаться на водород, причем последний "элемент" сам по себе, несомненно, является соединением, которое может быть растворено в еще более сложных условиях.

Итак, вот то, что можно было бы назвать прямым экспериментальным доказательством гипотезы Праута. Однако, к сожалению, это свидетельство такого рода, обсуждать которое компетентно лишь несколько экспертов — настолько деликатным вопросом является спектральный анализ звезд. Что еще более прискорбно, эксперты не пришли к согласию между собой относительно обоснованности выводов профессора Локьера. Некоторые, например профессор Крукс, приняли их с одобрением, называя Локьера "Дарвином неорганического мира", в то время как другие искали иное объяснение приводимым им фактам. Пока еще нельзя сказать, что спор был доведен до окончательного урегулирования. Тем не менее, вряд ли можно сомневаться в том, что теперь, когда периодический закон, казалось, объединил усилия со спектроскопом, вера в сложную природу так называемых элементов быстро завоевывает позиции среди химиков. Все более и более распространенной становится вера в то, что дальтоновский атом на самом деле представляет собой сложный радикал и что за кажущимся разнообразием предполагаемых элементов стоит единая форма первичной материи. Действительно, в самые последние месяцы наконец-то появились прямые экспериментальные доказательства этой точки зрения благодаря изучению радиоактивных веществ. В одной из последующих глав у нас будет возможность выяснить, как это произошло.

IV. АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ В ВОСЕМНАДЦАТОМ ВЕКЕ

ALBRECHT VON HALLER

Эпоха в физиологии была создана в восемнадцатом веке гением и усилиями Альбрехта фон Галлера (1708-1777) из Берна, который, возможно, так же достоин титула "Великий", как любой философ, которого так окрестили его современники со времен Гиппократов. Прославленный как врач, он был сведущ в различных областях, в свое время одинаково прославившись как поэт, ботаник и государственный деятель, и делил свое внимание между искусством и наукой.

В детстве Холлер был настолько болезненным, что не мог развлекаться обычными для мальчиков его возраста видами спорта и поэтому проводил большую часть времени, корпя над книгами. В десять лет он начал писать стихи на латыни и немецком, а в пятнадцать поступил в Тюбингенский университет. В семнадцать лет он писал научные статьи в противовес некоторым

общепринятым доктринам, а в девятнадцать получил степень доктора. Вскоре после этого он посетил Англию, где его усердие в вскрытии привело к подозрению в ограблении могил, и это подозрение сделало для него целесообразным вернуться на Континент. После некоторого изучения ботаники в Базеле он совершил продолжительное ботаническое путешествие по Швейцарии и, наконец, обосновался в своем родном городе Берне в качестве практикующего врача. В течение этого времени он не пренебрегал ни поэзией, ни ботаникой, анонимно опубликовав сборник стихов.

В 1736 году он был вызван в Геттинген в качестве профессора анатомии, хирургии, химии и ботаники. Во время своей работы в университете он никогда не пренебрегал своей литературной работой, иногда проводя дни и ночи напролет в своей библиотеке, принимая пищу, углубляясь в свои книги, и засыпая только тогда, когда действительно вынужден это делать из-за усталости. Все это время он переписывался с учеными со всего мира, и о нем говорят, что он никогда не оставлял ни одного письма без ответа.

Величайшим вкладом Халлера в медицинскую науку было его знаменитое учение о раздражимости, которое дало ему имя "отца современной нервной физиологии", точно так же, как Харви называют "отцом современной физиологии крови". Об этой знаменитой доктрине раздражимости было сказано, что "она затронула все умы столетия — и не только в области медицины — способом, о котором мы в наши дни не имеем удовлетворительного представления, если не сравнивать его с нашим современным дарвинизмом".(1)

Принцип общей раздражимости был установлен Фрэнсисом Глиссоном (1597-1677) на основе дедуктивных исследований, но Галлер доказал экспериментами по линии индуктивных методов, что эта раздражимость не является общей для всех "волокон, а также жидкостей организма", а чем-то совершенно особым, присущим только мышечной субстанции. Он проводил различие между раздражительностью мышц и чувствительностью нервов. В 1747 году он назвал три силы, вызывающие мышечные движения: эластичность, или "мертвую нервную силу"; раздражительность, или "врожденную нервную силу"; и нервную силу саму по себе. А в 1752 году он описал сто девять экспериментов по определению того, какие части тела обладают "раздражимостью", то есть свойством сокращаться при стимуляции. Его вывод о том, что эта раздражимость существует только в мышечной субстанции и совершенно независима от нервов, передающих ее, вызвал споры, которые так и не были окончательно разрешены до конца девятнадцатого века, когда теория Галлера была признана полностью правильной.

Именно в ходе экспериментов по подтверждению своей теории раздражимости Галлер сделал свои главные открытия в области эмбриологии и развития. Он доказал, что в процессе инкубации яйца первые признаки сердцебиения цыпленка проявляются на тридцать восьмом часу, а первые следы красной крови - на сорок первом часу. Своими исследованиями на низших животных он попытался подтвердить теорию о том, что с момента создания рода каждая особь происходит от предыдущей особи — существующую теорию предварительного формирования, в которую он верил и которая учила, что "каждая особь полностью сформирована в зародыше, просто растет от микроскопических размеров до видимых, без развития каких-либо новых частей".

В области физиологии, помимо своих исследований нервной системы, Галлер изучал механизм дыхания, опровергая учение Хамбергера (1697-1755), который утверждал, что легкие сокращаются независимо. Однако Галлер, как и его современники, совершенно не понимал

истинной функции легких. Влияние великого физиолога на практическую медицину, хотя и было наиболее глубоким, было в значительной степени косвенным. Он был скорее врачом-теоретиком, чем практиком, однако ему приписывают то, что он был первым врачом, который использовал часы для подсчета пульса.

БАТТИСТА МОРГАНЬИ И ПАТОЛОГИЧЕСКАЯ АНАТОМИЯ

Великим современником Галлера был Джованни Баттиста Морганьи (1682-1771), который продолжил то, чем пренебрег Сиденхэм, - анатомические исследования, тем самым обеспечив необходимый аналог работе великого англичанина. Исследования Морганьи были направлены главным образом на изучение патологической анатомии — изучение структуры пораженных тканей, как при жизни, так и после смерти, в отличие от нормальных анатомических структур. Нельзя сказать, что эта работа была написана им самим, поскольку еще в 1679 году Бонне провел аналогичные, хотя и менее обширные исследования; а позже многие исследователи, такие как Ланцизи и Халлер, провели посмертные исследования. Но "*De sedibus et causis morborum per anatomen indagatis*" Морганьи является самым большим, точным и лучше всего иллюстрированным собранием случаев, которые когда-либо были собраны вместе, и знаменует собой эпоху в медицинской науке. Со времени публикации исследований Морганьи патологическая анатомия стала признанной отраслью медицинской науки, и с тех пор эффект от приданного ей таким образом импульса неуклонно возрастает.

УИЛЬЯМ ХАНТЕР

Уильяма Хантера (1718-1783) всегда следует помнить как одного из величайших врачей и анатомов восемнадцатого века, и особенно как первого великого преподавателя анатомии в Англии; но его слава была несколько омрачена славой его младшего брата Джона.

Хантер был предназначен для Церкви и получил образование, но по совету хирурга Уильяма Каллена он обратил свое внимание на изучение медицины. Его первая попытка преподавать была предпринята в 1746 году, когда он прочитал цикл лекций по хирургии для Общества военно-морских практиков. Эти лекции оказались настолько интересными и поучительными, что его сразу же пригласили читать другие, и вскоре за ним закрепилась репутация лектора. Он был прирожденным оратором и рассказчиком, и он сочетал с этими привлекательными качествами тщательность и ясность демонстраций, и хотя его лекции длились два часа, он делал их настолько интересными, что его ученики редко уставали слушать. Он верил, что может принести миру больше пользы, "публично обучая своему искусству, чем практикуя его", и даже в последние несколько дней своей жизни, когда он был настолько слаб, что его друзья протестовали против этого, он продолжал свое преподавание, упав в обморок от истощения в конце своей последней лекции, которая предшествовала его смерти всего за несколько дней.

В течение многих лет Хантер мечтал основать музей, в котором можно было бы продвинуть изучение анатомии, хирургии и медицины, и в 1765 году он попросил выделить участок земли для этой цели, предложив потратить семь тысяч фунтов на его возведение, помимо присвоения звания профессора анатомии. Однако, не имея возможности получить этот грант, он построил дом, в котором были лекционные и анатомические кабинеты, а также свой музей. В этом музее были представлены анатомические препараты, монеты, минералы и образцы естественной истории.

Слабостью Хантера была его любовь к полемике и негодование на противоречия. Это привело его к натянутым отношениям со многими ведущими врачами своего времени, особенно с его собственным братом Джоном, который сам, вероятно, был не совсем свободен от вины в этом вопросе. Говорят, что Хантер оправдывал свою раздражительность тем, что, будучи анатомом и привыкнув к "пассивному подчинению мертвых тел", противоречия становились еще более невыносимыми. Многие из начатых им физиологических исследований были продолжены и усовершенствованы его более известным братом, особенно его исследования капилляров, но он многое добавил к анатомическим знаниям о нескольких структурах тела, особенно о строении хрящей и суставов.

ДЖОН ХАНТЕР

В часовне аббата Айлипа в Вестминстерском аббатстве, недалеко от места упокоения Бена Джонсона, покоятся останки Джона Хантера (1728-1793), известного в анналах медицины как один из величайших физиологов и хирургов, когда-либо созданных миром: человека, чьи открытия и изобретения исчисляются десятками, и область исследований которого ограничивалась лишь внешними границами науки восемнадцатого века, хотя его усилия были направлены главным образом в русло его профессии.

Примерно до двадцати лет молодой Хантер не проявлял особых способностей к учебе, поскольку необычайно любил спорт и развлечения на свежем воздухе; но примерно в то же время, осознав, что необходимо выбрать какое-то занятие, он попросил разрешения у своего брата Уильяма провести несколько вскрытий в своей анатомической школе в Лондоне. К удивлению своего брата, он произвел это вскрытие необычайно хорошо; и, получив повторное, он проявил себя с таким мастерством, что его брат сразу же предсказал, что он станет великим анатомом. До этого времени у него не было никакого образования, которое подготовило бы его к профессиональной карьере, и он мало знал греческий или латынь — языки, совершенно ненужные для него, как он доказал на протяжении всей своей жизни. Оттли рассказывает историю о том, что, когда его осудили за незнание "мертвых языков" в "загробной жизни", он сказал о своем оппоненте: "Я мог бы научить его тому, что на мертвом теле он никогда не знал ни на одном языке, мертвом или живом".

Ко второму году обучения анатомии он стал настолько искусен, что ему поручили вести некоторые занятия в школе своего брата; в 1754 году он стал учеником хирурга в больнице Святого Георгия, а два года спустя - домашним хирургом. Из-за переутомления, вызвавшего симптомы, которые, казалось, угрожали чахоткой, он принял должность штаб-хирурга в экспедиции в Беллейль в 1760 году, а два года спустя служил в английской армии в Португалии. Все это время он постоянно занимался научными исследованиями, многим из которых, таким как его наблюдения за огнестрельными ранениями, он нашел прекрасное применение в дальнейшей жизни. Вернувшись в Англию, значительно поправив здоровье в 1763 году, он сразу же начал свою карьеру лондонского хирурга, и с этого времени его успехи в профессии представляли собой практически непрерывную череду успехов.

Работа Хантера по изучению лимфатической системы оказала большую услугу медицинской профессии. Эта важная сеть мельчайших сосудов, распределенных по всему телу, недавно стала объектом пристального изучения, и различные студенты, включая Халлера, провели обширные исследования с момента их открытия Азеллиусом. Но Хантер в 1758 году был первым, кто обнаружил лимфатические сосуды в шее птиц, хотя именно его брат Уильям выдвинул

теорию о том, что эти сосуды выполняют абсорбирующую функцию. Один из учеников Джона Хантера, Уильям Хьюсон (1739-1774), впервые рассказал в 1768 году о лимфатических узлах у рептилий и рыб и дополнил исследования своего учителя о лимфатических узлах у птиц. Эти исследования лимфатической системы были расценены, возможно, справедливо, как наиболее ценный вклад Хантера в практическую медицину.

В 1767 году с ним произошел несчастный случай, в результате которого он получил разрыв ахиллиса — большого сухожилия, которое образует прикрепление мышц икры к пятке. На основе наблюдений за этим несчастным случаем и последующих экспериментов на собаках он заложил основу для ныне простой и эффективной операции по лечению косолапости и других деформаций, затрагивающих сухожилия. В 1772 году он переехал в свою резиденцию в Эрлскорте, Бромптон, где собрал вокруг себя огромный зверинец животных, птиц, рептилий, насекомых и рыб, которых использовал в своих физиологических и хирургических экспериментах. Здесь он провел бесчисленное количество экспериментов — вероятно, больше, чем "когда-либо проводил любой человек, занимающийся профессиональной практикой". Эти эксперименты варьировались по характеру - от наблюдений за поведками пчел и ос до крупных хирургических операций, выполняемых на ежах, собаках, леопардах и т.д. Говорят, что в течение пятнадцати лет он держал стадо гусей с единственной целью изучения процесса развития яиц.

Хантер начал свой первый курс лекций в 1772 году, будучи вынужден это сделать из-за того, что его так часто неправильно цитировали, и потому что он чувствовал, что таким образом сможет лучше оценить свои собственные знания. Чтение лекций было для него тяжелым испытанием, так как он был крайне застенчив, и без предварительной записи своих лекций он вообще едва мог говорить. В этом он представлял разительный контраст со своим братом Уильямом, который был беглым и блестящим оратором. Лекции Хантера были в лучшем случае простым изложением фактов в том виде, в каком он их записал, застенчивый преподаватель редко поднимал глаза от своей рукописи и редко останавливался, пока не был прочитан весь текст лекции. Таким образом, его лекции были скорее поучительными, чем интересными, поскольку он с бесконечной тщательностью готовился к ним; но появляться на занятиях он так боялся, что, как говорят, имел привычку принимать полдрахмы настойки опия перед каждой лекцией, чтобы набраться сил перед испытанием. Невольно задаешься вопросом, каким именем ему следует обозначить то качество ума, которое делает такого смелого и бесстрашного хирурга, как Хантер, неустрашимого перед лицом опасных операций, спотыкающимся, запинаящимся и "испуганным" оратором перед небольшой группой, состоящей самое большее из тридцати молодых студентов-медиков. И все же то же самое нередко наблюдается у самых смелых хирургов.

Операция Хантера по лечению аневризм

Наглядным уроком для тех, кто по незнанию или иным образом выступает против безболезненной вивисекции, практикуемой сегодня, должно стать то, что, принеся в жертву единственного оленя во имя науки, Хантер открыл физиологический факт, который стал средством спасения тысяч человеческих жизней и тысяч человеческих тел от ненужных увечий. Мы ссылаемся на открытие "коллатерального кровообращения", которое привело, среди прочего, к успешной операции Хантера при аневризмах.

Проще говоря, каждый орган или мышца тела снабжаются одной большой артерией, главный ствол которой распределяет кровь по своим меньшим ответвлениям, а оттуда по капиллярам. Казалось бы, перерезание этой главной артерии должно полностью перекрыть кровоснабжение конкретного органа, который снабжается этим сосудом; и до демонстрации Хантера большинство физиологов придерживались этого мнения. Но природа предусмотрела такую возможную остановку кровоснабжения из единственного источника и устроила так, что некоторые из небольших артериальных ответвлений, отходящих от основного питающего ствола, соединены с другими артериальными ответвлениями, отходящими от какого-либо другого питающего ствола. При нормальных условиях основные артериальные стволы снабжают соответствующие органы, а маленькие соединительные артериолы играют незначительную роль. Но стоит по какой-либо причине отключить или остановить главный питающий канал, и произойдет замечательная вещь. Маленькие соединительные ветви сразу начинают расширяться и забирают кровь из соседнего неповрежденного кровеносного ствола, это расширение продолжается до тех пор, пока, наконец, не будет установлен новый маршрут кровообращения, орган больше не зависит от ныне несуществующего первоначального артериального ствола, но продолжает функционировать так же хорошо, как и раньше, благодаря этому налаженному "коллатеральному" кровообращению.

Глубокое понимание этого коллатерального кровообращения является одним из наиболее важных этапов в хирургии, поскольку до тех пор, пока это не было обнаружено, ампутации считались необходимыми в таких случаях, как те, которые затрагивают артерию, питающую ногу или руку, поскольку предполагалось, что после остановки артерии обязательно последует смерть конечности и последующая необходимость ампутации. Хантер решил эту проблему с помощью единственной операции на олене, и его практичность как хирурга вскоре привела его к тому, что он применил эти знания к определенному классу хирургических случаев самым революционным и удовлетворительным образом.

К далеко идущему открытию Хантера привело его исследование причины роста рогов оленя. Желая выяснить, какую роль кровоснабжение противоположных сторон шеи играло в процессе развития, или, возможно, правильнее сказать, увидеть, какой эффект имело бы прекращение основного кровоснабжения, Хантер приказал поймать и связать одного из оленей Ричмонд-парка, одновременно наложив лигатуру на одну из сонных артерий — одну из двух основных артерий, снабжающих голову кровью. Он заметил, что вскоре после этого рог (который был только наполовину отросшим и, следовательно, очень сосудистым) на стороне уничтоженной артерии стал холодным на ощупь — из-за недостатка согревающей крови. В этом не было ничего неожиданного, и Хантер не придавал этому значения до тех пор, пока несколько дней спустя не обнаружил, к своему удивлению, что рога стали такими же теплыми, как и их собратья, и, по-видимому, увеличивались в размерах. Озадаченный тем, как это могло случиться, и подозревая, что каким-то образом его перевязка вокруг артерии оказалась неэффективной, он приказал убить оленя и при осмотре был поражен, обнаружив, что, хотя его перевязка полностью перекрыла кровоснабжение от источника этой сонной артерии, более мелкие артерии расширились, чтобы снабжать рога кровью так же хорошо, как и прежде, только другим путем.

Вскоре у Хантера появился шанс применить полученные таким образом знания на практике. Это был случай подколенной аневризмы, операции по поводу которой до сих пор практически всегда приводили к летальному исходу. Аневризма, как ее обычно понимают, представляет

собой расширение определенной части артерии, иногда это расширение достигает огромных размеров, наполняется пульсирующей кровью и в любой момент может разорваться со смертельным исходом. Если каким-либо образом позволить крови оставаться спокойной в этой аневризме хотя бы несколько часов, она сформирует сгусток, сократится и, наконец, впитается и исчезнет без каких-либо пагубных последствий. Проблема поддержания кровотока в спокойном состоянии, когда сердце постоянно гонит его по сосуду, непростая, и во времена Хантера считалась настолько непреодолимой, что некоторые хирурги выступали за ампутацию любого члена, имеющего аневризму, в то время как другие сокращали саму опухоль и пытались перевязать артерию выше и ниже. Первая из этих операций искалечила пациента на всю жизнь, в то время как вторая, скорее всего, оказалась смертельной.

Размышляя над тем, что он узнал о коллатеральном кровообращении и времени, необходимом для его полного восстановления, Хантеру пришла в голову идея, что если перекрыть кровоснабжение выше аневризмы, тем самым временно предотвратив непрерывную пульсацию сердца, эта кровь свернется и сформирует сгусток до того, как коллатеральное кровообращение сможет установиться или повлиять на него. Пациент, которому он провел свою ныне знаменитую операцию, был поражен подколенной аневризмой, то есть аневризма располагалась на большой подколенной артерии сразу за коленным суставом. Поэтому Хантер перевязал бедренную артерию, или главную кровоснабжающую артерию бедра, на небольшом расстоянии выше места аневризмы. Операция прошла полностью успешно, и через шесть недель пациент смог выписаться из больницы с двумя здоровыми конечностями. Естественно, простота и успех этой операции привлекли внимание Европы и сами по себе сделали бы имя Хантера бессмертным в анналах хирургии. С тех пор эта операция получила название "хантеровской" по поводу аневризмы, но есть основания полагать, что Доминик Анель (родился около 1679 года) провел несколько подобную операцию несколькими годами ранее. Однако вполне вероятно, что Хантер никогда не слышал об этой работе Анеля и что его операция была результатом его собственных независимых рассуждений, основанных на фактах, которые он узнал о коллатеральном кровообращении. Более того, режим работы Hunter был намного лучше, чем у Anel, и, хотя Anel должен претендовать на приоритет, заслуга в том, что он стал широко известен, всегда будет принадлежать Хантеру.

Великие заслуги Хантера были признаны как дома, так и за рубежом, ему были оказаны почести, почетные и ответственные должности. В 1776 году он был назначен чрезвычайным хирургом при короле; в 1783 году он был избран членом Королевского медицинского общества и Королевской академии хирургии в Париже; в 1786 году он стал заместителем генерального хирурга армии; а в 1790 году он был назначен генеральным хирургом и инспектором больниц. Все эти должности он занимал с честью, и он был активно занят своим неустанным стремлением к знаниям и выполнением своих многочисленных обязанностей, когда в октябре 1793 года, выступая перед некоторыми коллегами, он заболел и упал замертво на руках коллеги-врача.

LAZZARO SPALLANZANI

Главным соперником Хантера среди современных физиологов был итальянец Ладзаро Спалланцани (1729-1799), одна из самых ярких фигур в истории науки. Он не получил образования ни как ученый, ни как врач, посвятив себя сначала философии и языкам, затем изучению права, а еще позже принятию орденов. Но он был проницательным наблюдателем природы и обладал вопрошающим и исследующим умом, так что сейчас его помнят главным

образом за его открытия и изыскания в области биологических наук. Одной из важных демонстраций было его опровержение теории абиогенеза, или "самопроизвольного зарождения", выдвинутой Нидхэмом и Буффеном. Во времена экспериментов Нидхэма уже давно было замечено, что, когда животные или растительные вещества пролежали в воде некоторое время — достаточно долго, чтобы они начали разлагаться, — вода наполнялась микроскопическими существами, "инфузориями анималькулис". Это, как правило, указывает либо на то, что вода, животное или растительное вещество содержало "зародыши" этих мельчайших организмов, либо на то, что они возникли спонтанно. Было известно, что при кипячении эти животные погибают, и Нидхэм согласился, поэтому, что если бы он сначала разогрел мясо или овощи, а также воду, содержащую их, а затем поместил их в герметичные банки - если бы он сделал это, и при этом животные все равно появились, это было бы неопровержимым доказательством того, что они возникли спонтанно. Соответственно, он провел множество экспериментов, всегда с одними и теми же результатами — через несколько дней было обнаружено, что вода кишит микроскопическими существами. Это казалось неопровержимо доказанным — при условии, конечно, что в экспериментах не было никаких промахов.

Но аббат Спалланцани считал, что он обнаружил подобные промахи в эксперименте Нидхэма. Вероятность таких промахов может быть вызвана несколькими причинами: возможно, содержимое банки не кипятилось в течение достаточного времени, чтобы убить все микробы, или воздух не был полностью удален в процессе герметизации. Чтобы учесть оба эти обстоятельства, Спалланцани сначала герметично закупорил стеклянные сосуды, а затем прокипятил их в течение трех четвертей часа. При таких обстоятельствах ни одно животное так и не появилось — убедительная демонстрация, которая сразу же сделала несостоятельными доводы Нидхэма в пользу его теории.(2)

С этими исследованиями спонтанного зарождения были связаны эксперименты и наблюдения Спалланцани над физиологическими процессами зарождения у высших животных. Он экспериментировал с лягушками, черепахами и собаками и окончательно установил функцию яйцеклетки и сперматозоида. К сожалению, он неверно истолковал роль, которую играют сперматозоиды, полагая, что окружающая их жидкость одинаково активна в процессе оплодотворения, и только примерно сорок лет спустя (1824) Дюма исправил эту ошибку.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ

Среди наиболее интересных исследований Спалланцани были его эксперименты, направленные на доказательство того, что пищеварение, происходящее в желудке, является химическим процессом. В этом он продемонстрировал, как пытался продемонстрировать Рене Реомюр, что пищеварение может протекать вне стенок желудка как обычная химическая реакция, используя желудочный сок в качестве реагента для проведения эксперимента. Вопрос о том, действует ли желудок как измельчающий орган, а не как вместилище для химического воздействия, был решен Реомюром и больше не вызывал общих споров. Реомюр убедительно продемонстрировал, что переваривание пищи в желудке происходило бы таким же образом и в то же время, если бы подлежащее перевариванию вещество было защищено от перистальтических движений желудка и подвергалось действию только желудочного сока. Он сделал это, введя вещества, подлежащие перевариванию, в желудок по пробиркам и таким

образом защитив их, чтобы, хотя желудочные соки могли свободно воздействовать на них, на них не влияли никакие движения органа.

Продолжая эти эксперименты, он попытался показать, что пищеварение может происходить как вне организма, так и в нем самом, как это, безусловно, должно было бы происходить, если бы это был чисто химический процесс. Он собрал некоторое количество желудочного сока и, поместив его в подходящие сосуды, содержащие измельченные зерна или мякоть, выдерживал смесь при температуре, примерно равной температуре тела, в течение нескольких часов. После неоднократных экспериментов такого рода, по-видимому, проведенных с большой осторожностью, Реомюр пришел к выводу, что "желудочный сок оказывает на организм живого человека не большее влияние на растворение или переваривание пищи, чем вода, слизь, молоко или любая другая безвкусная жидкость". (3) Непонятно, почему все эти эксперименты не смогли продемонстрировать столь простой факт; но, по крайней мере, для Спалланцани они ни в коем случае не были убедительными, и он продолжил развивать эксперименты Реомюра. Он проводил свои эксперименты в чешуйчатых пробирках, подвергнутых воздействию определенной степени нагрева, и убедительно показал, что химический процесс действительно продолжается, даже когда пища и желудочный сок удаляются из их естественной среды в желудке. В этом ему возражали многие физиологи, в том числе Джон Хантер, но правдивость его демонстраций невозможно было поколебать, и в последующие годы мы обнаруживаем, что сам Хантер дополняет эксперименты Спалланцани своими исследованиями посмертного воздействия желудочного сока на стенки желудка.

То, что теории Спалланцани и Хантера о действии желудочного сока не сразу получили всеобщее признание, показано в эссе, написанном ученым врачом в 1834 году. Говоря о некоторых демонстрациях Спалланцани, он пишет: "В некоторых экспериментах, чтобы придать мякоти или зернам, пропитанным желудочным соком, одинаковую температуру с температурой тела, пузырьки помещались под мышками. Но это неверный способ установления действия желудочного сока на организм, поскольку в этом случае было бы обеспечено влияние, которое жизнь, как можно предположить, оказывает на раствор пищи. Средство, связанное с жизнью, распространяется на вещества, контактирующие с любой частью организма: вещества, помещенные под мышками, не помещаются, по крайней мере, в тех же условиях, что и вещества, не связанные с живым животным". Но как именно этот автор приходит к выводу, что "эксперименты Реомюра и Спалланцани не дают доказательств того, что желудочный сок оказывает какое-либо особое влияние на переваривание пищи больше, чем вода или любая другая безвкусная жидкость" (4), трудно понять.

Последние штрихи к новой теории пищеварения были внесены Джоном Хантером, который, как мы видели, сначала выступал против Спалланцани, но в конце концов стал ярким сторонником химической теории. Теперь Хантер продолжил эксперименты Спалланцани и доказал действие пищеварительных жидкостей после смерти. В течение многих лет анатомы были озадачены патологическим поражением желудка, обнаруженным посмертно, когда при жизни не проявлялось никаких симптомов какого-либо заболевания желудка. Хантер справедливо предположил, что эти повреждения были вызваны действием желудочного сока, который, хотя и не мог воздействовать на живую ткань, продолжал свое химическое действие после смерти, таким образом переваривая стенки желудка, в котором он сформировался. И, как обычно в случае со своими наблюдениями, он применил это открытие на практике для объяснения определенных явлений пищеварения. Следующий отчет о переваривании пищи в желудке

после смерти был написан Хантером по просьбе сэра Джона Прингла, когда он был президентом Королевского общества, и обстоятельства, которые привели к этому, следующие: "Явскрывал в его присутствии тело его собственного пациента, где желудок был частично растворен, что показалось ему совершенно необъяснимым, поскольку ранее не было никаких симптомов, которые могли бы заставить его заподозрить какое-либо заболевание желудка. Я воспользовался этой возможностью, чтобы поделиться с ним своими соображениями на этот счет, и сказал ему, что я долгое время проводил эксперименты по пищеварению и рассматривал это как один из фактов, доказывающих преобразующую способность желудочного сока.... В природе существует великое множество сил, противостоять которым живой принцип не позволяет животной материи, с которой он соединен, а именно механическим и большинству сильнейших химических растворителей. Однако это делает его способным противостоять ферментации, перевариванию и, возможно, нескольким другим способностям, которые, как хорошо известно, действуют на ту же самую материю, когда ее лишают живого начала, и полностью разлагают ее".

Хантер завершает свою статью следующим абзацем: "Эти явления проливают значительный свет на принцип пищеварения и показывают, что это не механическая сила, не сокращения желудка, не тепло, а нечто, выделяемое оболочками желудка и попадающее в его полость, что там оживляет пищу или ассимилирует ее с природой крови. Сила этого сока ограничена определенными веществами, особенно растительного и животного царств; и хотя этот менструум способен действовать независимо от желудка, все же он обязан этим внутренним органам своим продолжением".(5)

ФУНКЦИЯ ДЫХАНИЯ

Любопытным комментарием к грубым представлениям о механике предыдущих поколений является то, что необходимо было экспериментально доказать, что тонкий, почти перепончатый желудок млекопитающего не способен измельчать путем простого истощения поступающую в него пищу. Однако теперь впервые было получено доказательство, и вопрос об общем характере функции пищеварения был навсегда снят. Почти одновременно с этим великим достижением был достигнут соответствующий прогресс в смежной области: тайны дыхания были наконец разгаданы благодаря новым знаниям химии. Решение этой проблемы последовало почти как само собой разумеющееся за достижениями этой науки во второй половине столетия. До сих пор никто, начиная с Мэйоу прошлого столетия, чья вспышка озарения была странным образом упущена из виду и забыта, даже смутно не догадывался об истинной функции легких. Великий Бурхаав предположил, что дыхание важно главным образом как средство, способствующее циркуляции крови; его великий ученик Халлер до самой своей смерти в 1777 году верил, что основная цель этой функции - формировать голос. Ни один гений не мог надеяться постичь тайну легких до тех пор, пока воздух считался простым элементом, выполняющим чисто механическую функцию в экономике земли.

Но открытие кислорода дало ключ к разгадке, и очень скоро все химики начали тестировать воздух, выходящий из легких, — доктор Пристли, как обычно, находился в фургоне. Его первые эксперименты были проведены в 1777 году, и с самого начала проблема была почти решена. Другие экспериментаторы подтвердили его результаты во всех их основных аспектах — в частности, Шееле, Лавуазье, Спалланцани и Дэви. Было четко установлено, что при контакте воздуха с тканями легких происходит химическое воздействие; что часть кислорода из воздуха

исчезает и что к вдыхаемому воздуху добавляется углекислый газ. Было также показано, что кровь, соприкасаясь с воздухом, меняет цвет с черного на красный. Эти существенные моменты не оспаривались с самого начала. Но вопрос о том, какие именно химические изменения вызвали эти результаты, был предметом споров. Долгое время спорили о том, действительно ли кислород всасывается в кровь или он просто соединяется с углеродом, выделяемым из крови.

Каждый из главных спорщиков был пристрастен к своим собственным взглядам на спорные вопросы химии. Лавуазье, например, полагал, что газообразный кислород состоит из металлического кислорода в сочетании с предполагаемым элементом теплом; доктор Пристли считал его соединением положительного электричества и флогистона; а Хамфри Дэви, когда он вошел в списки немного позже, предположил, что это соединение кислорода и света. Такие ошибочные представления, естественно, усложняли дело и задерживали полное понимание химических процессов дыхания. Прошло также некоторое время, прежде чем получила признание идея о том, что наиболее важные химические изменения происходят не в самих легких, а в основных тканях. Действительно, в конце века этот вопрос не был окончательно решен. Тем не менее проблема дыхания была решена в основном. Более того, был установлен чрезвычайно важный факт, что процесс, по существу идентичный дыханию, необходим для существования не только всех существ, снабженных легкими, но и рыб, насекомых и даже овощей — короче говоря, для любого вида живых организмов.

ЭРАЗМ ДАРВИН И ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Несколько интересных экспериментов, касающихся дыхания растений, были проведены как раз в конце столетия Эразмом Дарвином и записаны в его Ботаническом саду в качестве примечания к стиху:

"Когда листья распускаются в воздухе, они играют дыханием".

Эти заметки стоит процитировать несколько подробнее, поскольку они дают четкое представление о физиологических доктринах того времени (1799 г.), в то же время продвигаясь вперед в рассмотрении конкретного вопроса, о котором идет речь:

"Были разные мнения, - говорит Дарвин, - относительно использования листьев растений в овощеводстве. Некоторые утверждали, что они являются органами потоотделения. Это не кажется вероятным из эксперимента доктора Хейлза, "Растительная статика", стр. 30. Он обнаружил, срезая ветви деревьев с яблоками на них и снимая листья, что яблоко выдыхает примерно столько же, сколько два листа, поверхности которых были почти равны поверхности яблока; отсюда следует, что яблоки с таким же основанием могут называться органами потоотделения, как и листья. Другие считали, что они являются органами выделения выделяющихся соков, но поскольку пары, выдыхаемые овощами, не имеют вкуса, эта идея не более вероятна, чем другая; добавьте к этому, что в большинстве погодных условий они, по-видимому, вообще не потеют и не выдыхают.

Говорят, что внутренняя поверхность легких, или воздушных сосудов, у мужчин равна внешней поверхности всего тела, или почти пятнадцати квадратным футам; на этой поверхности кровь подвергается воздействию вдыхаемого воздуха, однако, через тонкую пленку; под воздействием воздуха ее цвет меняется с темно-красного на ярко-алый и приобретает нечто столь необходимое для существования жизни, что мы едва ли можем прожить минуту без этого чудесного процесса.

"Аналогия между листьями растений и легкими или жабрами животных, по-видимому, охватывает столь много обстоятельств, что мы едва ли можем отказать в нашем согласии на выполнение ими аналогичных функций.

"1. Большая поверхность листьев по сравнению со стволом и ветвями деревьев такова, что может показаться, что это орган, хорошо приспособленный для того, чтобы подвергать растительные соки воздействию воздуха; однако, как мы увидим позже, это, вероятно, осуществляется только их верхней поверхностью, но даже в этом случае поверхность листьев в целом имеет большее отношение к поверхности дерева, чем легкие животных к их внешней поверхности.

"2. В легких животных кровь после контакта с воздухом в оконечностях легочной артерии меняет цвет с темно-красного на ярко-алый, и, несомненно, по некоторым своим существенным свойствам она затем собирается легочной веной и возвращается к сердцу. Чтобы показать сходство обстоятельств с листьями растений, 24 июня 1781 года был проведен следующий эксперимент. Стебель с листьями и семенными сосудиками большого молочая (*Euphorbia helioscopia*) на несколько дней поместили в отвар марены (*Rubia tinctorum*) так, чтобы нижняя часть стебля и два самых нижних листа были погружены в него. Промыв погруженные листья в чистой воде, я легко различил цвет марены, проходящий по среднему краю каждого листа. Красная артерия была прекрасно видна на нижней и верхней поверхности листа; но на верхней стороне было видно множество красных веточек, идущих от нее к концам листа, которые с другой стороны были видны только при взгляде сквозь нее против света. На этой нижней стороне была замечена система ветвящихся сосудов, несущих бледно-молочную жидкость, исходящую от концов листа и покрывающую всю его нижнюю сторону, и соединяющуюся с двумя большими венами, по одной с каждой стороны от красной артерии в среднем ребре листа, и вместе с ней спускающуюся к ножке или черешку. Разрезав один из этих листьев ножницами и имея наготове увеличительное стекло, можно было увидеть молочно-белую кровь, сочащуюся из возвращающихся вен по обе стороны от красной артерии в среднем ребре, но никакой красной жидкости из артерии.

"Все эти проявления легче было заметить на листе пикриса, обработанном таким же образом; поскольку у этого молочного растения стебли и средняя кромка листьев иногда естественно окрашены в красноватый цвет, и, следовательно, цвет марены, казалось, переходил дальше в разветвления их листовых артерий, и там был прекрасно виден с ответвлениями молочных жилок с каждой стороны".

Теперь Дарвин делает неверный вывод из своих наблюдений:

"3. В результате этих экспериментов, - говорит он, - оказалось, что верхняя поверхность листа является непосредственным органом дыхания, потому что окрашенная жидкость доставлялась к концам листа по сосудам, наиболее заметным на верхней поверхности, и там превращалась в молочно-белую жидкость, которая является кровью растения, а затем возвращалась обратно по сопутствующим венам на нижней поверхности, которые, как было видно, сочатся при разделении ножницами и которые, в частности, у *Picris*, делают нижнюю поверхность листьев значительно белее верхней".

Но на самом деле, как показали исследования более позднего поколения, именно нижняя поверхность листа наиболее обильно снабжена устьицами, или "дышащими порами". С точки

зрения этих более поздних знаний интересно проследить за нашим автором немного дальше, чтобы еще более полно проиллюстрировать возможность сочетания правильных наблюдений с ошибочным выводом.

"4. Поскольку верхняя поверхность листьев образует орган дыхания, на котором сок в окончаниях артерий под тонкой пленкой подвергается воздействию атмосферы, эти поверхности у многих растений сильно отталкивают влагу, например, капустные листья, откуда дождевые частицы, лежащие на их поверхности, не касаясь их, как заметил м-р Мелвилл ("Литературные и философские очерки", Эдинбург), имеют вид шариков ртути. И, следовательно, листья, верхняя поверхность которых находится в воде, увядают сразу же на сухом воздухе, но остаются зелеными в течение многих дней, если их поместить нижней поверхностью в воду, как показано в экспериментах месье Бонне (Usage des Feuilles). Следовательно, у некоторых водных растений, таких как кувшинка (Nymphaea), нижняя сторона плавает в воде, в то время как верхняя поверхность остается сухой на воздухе.

"5. Поскольку те насекомые, у которых много дыхалец, или дыхательных отверстий, такие как осы и мухи, немедленно задыхаются, если их полить маслом, я тщательно покрыл маслом поверхность нескольких листьев флomisа, португальского лавра и бальзамина, и хотя оно не прилипало регулярно, я обнаружил, что все они умирают через день или два.

Следует добавить, что многие листья снабжены мышцами вокруг своих ножек, чтобы подставлять свою поверхность воздуху или свету, как у мимозы или *Mimosa pudica*. Исходя из всех этих аналогий, я думаю, не может быть никаких сомнений в том, что листья деревьев - это их легкие, выделяющие флогистический материал в атмосферу и поглощающие кислород, или жизненно важный воздух.

"6. Из этой теории следует, что большая польза света для растений заключается в том, что он отделяет жизненно важный воздух от воды, с которой они выделяют пот, и, следовательно, облегчает его соединение с их кровью, открытой под тонкой поверхностью листьев; поскольку при таком применении чистый воздух, вероятно, легче усваивается. Следовательно, в любопытных экспериментах доктора Пристли и м-ра Ингенхауза некоторые растения очищали воздуха меньше, чем другие, то есть они меньше потели на солнце; и м-р Шееле обнаружил, что, помещая горох в воду, которая покрывала его примерно наполовину, они превращали жизненно важный воздух в неподвижный воздух, или углекислый газ, таким же образом, как при дыхании животных.

"7. Кровообращение в легких или листьях растений очень похоже на кровообращение у рыб. У рыб кровь, пройдя через их жабры, не возвращается к сердцу, как из легких животных, дышащих воздухом, но легочная вена, приобретающая структуру артерии, получив кровь из жабр, которая там приобретает более насыщенный цвет, распределяет ее по другим частям их тела. Такое же строение наблюдается и в печени рыб, откуда мы видим у этих животных два кровообращения, не зависящих от мощности сердца, а именно: то, которое начинается на конце вен жабр и разветвляется через мышцы, и то, которое проходит через печень; оба они осуществляются за счет действия соответствующих артерий и вен".(6)

Дарвин здесь несколько прихотлив в проведении аналогии между растениями и животными. Кровеносная система растений на самом деле не так развита, как у рыб, как он предполагал. Но чрезвычайно важная идея единообразия, лежащая в основе кажущегося разнообразия

Природы, проиллюстрирована здесь, как и в других работах Эразма Дарвина; и, более конкретно, полностью продемонстрировано четкое понимание основ функции дыхания.

ЗООЛОГИЯ В КОНЦЕ ВОСЕМНАДЦАТОГО ВЕКА

В заключительную эпоху восемнадцатого века исследования вошли в моду по нескольким причинам. Новую помощь мореплавателю оказали усовершенствованный компас и квадрант, а также изобретение хронометра; медицинская наука излечила цингу, которая до сих пор была постоянной угрозой для путешественников; и, прежде всего, беспокойный дух эпохи побуждал отважных искать новизны в совершенно новых областях. Одни отправились к полюсу, другие пытались найти северо-восточный или северо-западный проход в Индию, третьи искали великий вымышленный антарктический континент, о котором повествует традиция. Все это, конечно, не соответствовало своей непосредственной цели, но они многое добавили к мировому запасу знаний и к фонду рассказов путешественников.

Среди всех этих историй ни одна не была более замечательной, чем та, в которой рассказывалось о странных живых существах, обитающих в противоположных землях. И здесь, как это бывает не во всех областях, повествования часто подкреплялись выставкой образцов, не допускающих никаких сомнений. Многие группы исследователей возвращались, более или менее нагруженные подобными трофеями из животного и растительного царств, к смешанному изумлению, восторгу и замешательству скрытых натуралистов. Последователи Линнея в "золотой век естественной истории" несколькими десятилетиями ранее увеличили число известных видов рыб примерно до четырехсот, птиц - до тысячи, насекомых - до трех тысяч, а растений - до десяти тысяч. Но теперь эти внезапные притоки с новых территорий удвоили цифру для растений, утроили ее для рыб и птиц и довели число описанных насекомых до двадцати тысяч. Вполне естественно, что такое богатство нового материала сильно озадачило классификаторов. Более проницательные начинали понимать, что искусственная система Линнея, какой бы замечательной и полезной она ни была, должна быть усовершенствована, прежде чем можно будет удовлетворительно распорядиться новым материалом. Путь к более естественной системе, основанной на менее произвольных признаках, был указан Жюссье в ботанике, но зоологи не были готовы продвигаться к такой системе, пока они не получают более широкого понимания организмов, с которыми им приходилось иметь дело, посредством всестороннего изучения анатомии. Подобные исследования индивидуальных форм в их отношении ко всему спектру органических существ проводились в эти последние десятилетия столетия, но, хотя были достигнуты два или три наиболее важных обобщения (особенно концепция Каспара Вольфа о клетке как основе органической жизни и важнейшее учение Гете о метаморфозе частей), все же в целом работа анатомов того периода была скорее зародышевой, чем плодоносящей. Тома Биша, рассказывающие о распознавании основных тканей организма, начали появляться только в последнем году столетия. Объявление Кювье учения о соотношении частей относится к той же дате, но в целом исследования этого великого естествоиспытателя, которые в свое время должны были сделать его преемником Линнея, были еще только начаты.

V. АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ В ДЕВЯТНАДЦАТОМ ВЕКЕ

КЮВЬЕ И СООТНОШЕНИЕ ЧАСТЕЙ

Мы видели, что фокусными точками физиологического мира к концу восемнадцатого века были Италия и Англия, но когда скончались Спалланцани и Хантер, сцена переместилась во Францию. Время было особенно благоприятным, поскольку недавние достижения во многих областях науки принесли исследователям жизни животных свежие данные, которые нуждались в классификации, и, поскольку в этой области работало несколько умов, способных к такой задаче, было естественно, что большие обобщения вошли в моду. Таким образом, Кювье выдвинул совершенно новую классификацию животного царства, установив четыре великих типа существ, которых он назвал позвоночными, моллюсками, суставчатыми и излучающими. Незадолго до этого Ламарк установил широкое различие между животными с позвоночником и без него; классификация Кювье разделила последних — беспозвоночных - на три второстепенные группы. И это разделение, с тех пор знакомое всем изучающим зоологию, лишь в самые последние годы было вытеснено, и то не революцией, а дальнейшим разделением, которое, казалось, сделали желательным недавние тщательные исследования низших форм жизни.

В ходе тех исследований сравнительной анатомии, которые привели к его новой классификации, внимание Кювье постоянно привлекалось к особой координации частей в каждом индивидуальном организме. Таким образом, животное с острыми когтями для ловли живой добычи — как представитель кошачьего племени - имеет также острые зубы, приспособленные для разрывания плоти своей жертвы, и особый тип желудка, совершенно отличный от желудка травоядных существ. Это приспособление всех частей животного друг к другу распространяется на самые разнообразные части организма и позволяет опытному анатому на основании наблюдения за одной типичной частью делать выводы о строении всего животного — факт, оказавший огромную помощь Кювье в его исследованиях палеонтологии. Это не позволило ни Кювье, ни кому-либо другому полностью реконструировать вымершее животное по одной кости, как иногда утверждалось, но то, что оно действительно устанавливает в руках эксперта, достаточно удивительно.

"Хотя изучение ископаемых останков крупных четвероногих является более удовлетворительным, - пишет он, - благодаря ясным результатам, которые оно дает, чем изучение останков других животных, найденных в ископаемом состоянии, оно также осложнено большими и более многочисленными трудностями. Ископаемые раковины обычно находят совершенно целыми и сохраняющими все признаки, необходимые для сравнения их с образцами, содержащимися в коллекциях естественной истории или представленными в работах натуралистов. Даже скелеты рыб встречаются более или менее целыми, так что по большей части можно установить общие формы их тел, и обычно, по крайней мере, можно определить их общие и видовые признаки, поскольку они в основном составлены из их твердых

частей. Напротив, у четвероногих, даже когда найдены их целые скелеты, очень трудно обнаружить их отличительные признаки, поскольку они в основном основаны на их волосах, цвете и других признаках, которые исчезли до того, как они покрылись коркой. Также очень редко можно найти какие-либо ископаемые скелеты четвероногих, в какой-либо степени приближающиеся к законченному состоянию, поскольку слои по большей части содержат только отдельные кости, беспорядочно разбросанные и почти всегда сломанные и измельченные до фрагментов, которые являются единственным средством, оставшимся натуралистам для установления вида или родов, к которым они принадлежали.

К счастью, сравнительная анатомия, будучи досконально понятой, позволяет нам преодолеть все эти трудности, поскольку тщательное применение ее принципов учит нас соответствиям и различиям форм организованных тел различных видов, с помощью которых каждое из них может быть строго установлено почти по каждому фрагменту его различных частей и органов.

"Каждый организованный индивид образует целую систему, все части которой естественным образом соответствуют друг другу и согласуются для достижения определенной цели путем взаимной реакции или объединения для достижения одной и той же цели. Следовательно, ни одна из этих отдельных частей не может изменить своей формы без соответствующего изменения в других частях того же животного, и, следовательно, каждая из этих частей, взятая отдельно, указывает на все другие части, к которым она принадлежала. Таким образом, как я показал в другом месте, если внутренности животного устроены так, что приспособлены только для переваривания свежей плоти, то также необходимо, чтобы челюсти были устроены так, чтобы они подходили для пожирания добычи; когти должны быть устроены так, чтобы хватать и разрывать ее на куски; зубы - для разрезания и деления ее плоти; вся система конечностей, или органов движения, - для преследования и настигания ее; и органы чувств - для обнаружения ее на расстоянии. Природа, должно быть, также наделила мозг животного инстинктами, достаточными для того, чтобы скрываться и составлять планы по поимке необходимых жертв

"Чтобы животное могло унести свою добычу при захвате, в мышцах, поднимающих голову, требуется соответствующее усилие, и это обязательно приводит к определенной форме позвонков, к которым прикреплены эти мышцы, и затылочного бугра, в который они вставлены. Для того чтобы зубы плотоядного животного могли разрезать плоть, они должны быть острыми, более или менее пропорционально большему или меньшему количеству плоти, которое им приходится разрезать. Необходимо, чтобы их корни были твердыми и крепкими, пропорционально количеству и размеру костей, которые они должны разломать на куски. Совокупность этих обстоятельств обязательно должна влиять на развитие и форму всех частей, которые способствуют движению челюстей...."

После этих наблюдений будет легко увидеть, что аналогичные выводы могут быть сделаны в отношении конечностей плотоядных животных, которые требуют особого строения, чтобы приспособить их к скорости движений в целом; и что аналогичные соображения должны влиять на формы и соединения позвонков и других костей, составляющих туловище, чтобы приспособить их к гибкости и готовности двигаться во всех направлениях. Кости носа, орбиты и ушей также требуют определенных форм и структур, которые соответствовали бы им для придания совершенства обонянию, зрению и слуху, столь необходимым хищным животным. Короче говоря, форма и строение зубов регулируют формы мышечка, лопатки и когтей таким же образом, как уравнение кривой регулирует все другие ее свойства; и поскольку в отношении

любой конкретной кривой все ее свойства могут быть установлены путем принятия каждого отдельного свойства за основу конкретного уравнения, таким же образом коготь, лопатка, мышцелок, кость ноги или руки или любая другая кость, рассматриваемая отдельно, позволяет нам обнаружить описание зубов, которым они принадлежали; и таким же образом мы можем определить формы зубов, которым они принадлежали. о других костях из зубов. Таким образом, начиная наши исследования с тщательного изучения любой отдельной кости в отдельности, человек, в достаточной степени владеющий законами органического строения, может, так сказать, реконструировать все животное, которому принадлежала эта кость".(1)

Мы уже указывали, что никто в полной мере не способен совершить некромантический подвиг, предложенный в последнем предложении; но преувеличение простительно энтузиасту, для которого этот принцип так много значил и в чьих руках он простирался так далеко.

Конечно, весь этот принцип в его общих чертах - это то, с чем каждый изучающий анатомию был знаком с того времени, когда анатомия только начиналась, но полное выражение "закона координации", как назвал его Кювье, никогда не было открыто раньше; и, несмотря на кажущуюся очевидность, изложение, которое Кювье сделал о нем во введении к своему классическому труду по сравнительной анатомии, опубликованному в первом десятилетии девятнадцатого века, считается великим открытием. Это одно из тех обобщений, которые служат ориентирами к другим открытиям.

БИША И ТКАНИ ОРГАНИЗМА

Почти то же самое можно сказать и о другом обобщении относительно тела животных, которое сделал блестящий молодой французский врач Мари Франсуа Биша, обратив внимание на тот факт, что каждый позвоночный организм, включая человека, на самом деле имеет два совершенно разных набора органов — один находится под волевым контролем и служит цели передвижения, другой выведен из-под волевого контроля и служит целям "жизненно важных процессов" пищеварения, ассимиляции и тому подобного. Он назвал эти наборы органов животной системой и органической системой соответственно. Указанное таким образом разделение было не совсем новым, поскольку Гримо, профессор физиологии в Университете Монпелье, ранее сделал, по существу, ту же классификацию функций на "внутренние, или пищеварительные, и внешние, или опорно-двигательные"; но именно изложение Биша придало актуальности этой идее.

Гораздо более важной, однако, была другая классификация, которую Биша выдвинул в своей работе по анатомии, опубликованной как раз в начале прошлого века. Это было разделение всех структур животных на то, что Биша называл тканями, и указание на то, что на самом деле в организме существует всего несколько их видов, составляющих все разнообразные органы. Таким образом, мышечные органы образуют одну систему; перепончатые органы - другую; железистые органы - третью; сосудистый механизм - четвертую и так далее. Различие настолько очевидно, что кажется довольно трудным представить, что его могли не заметить древнейшие анатомы; но, на самом деле, оно очевидно только потому, что теперь ему привычно обучают почти столетие. Это никогда не находило явного выражения до времен Биша, хотя говорят, что сам Биша был в некоторой степени обязан этим своему учителю Десо и знаменитому психиатру Пинелю.

Как бы то ни было, несомненно, что все последующие анатомы находили классификацию тканей Биша чрезвычайно ценной в своих исследованиях функций животных. Последующие достижения должны были показать, что различие между различными тканями на самом деле не столь фундаментально, как предполагал Биша, но это ничего не умаляет в практической ценности знаменитой классификации.

От этой научной классификации тканей был всего лишь шаг к аналогичной классификации поражающих их заболеваний, и это был один из величайших шагов к переводу медицины в плоскость точной науки. Тема этих разделов совершенно очаровала Биша, и он с энтузиазмом воскликнул: "Избавьте от некоторых лихорадок и нервных расстройств, а все остальное принадлежит царству патологической анатомии". Но из этого энтузиазма получились отличные результаты. Биша практиковал так же, как и проповедовал, и, полагая, что понять болезнь можно, только внимательно наблюдая за симптомами у постели больного, а в случае смертельного исхода - путем посмертного обследования, он был настолько усерден в своем стремлении к знаниям, что менее чем за шесть месяцев произвел более шестисот вскрытий — рекорд, равного которому не было никогда. И его усилия не были бесплодными, как достаточно показать на одном примере. Своими исследованиями он смог доказать, что заболевания грудной клетки, которые ранее классифицировались под неопределенным названием "перипневмония", могут затрагивать три различные структуры: плевральный мешок, покрывающий легкие, само легкое и бронхи; заболевания, поражающие эти органы, известны соответственно как плеврит, пневмония и бронхит, каждое из которых отличается от других прогнозом и лечением. Преимущество такой точной классификации не нуждается в демонстрации.

ЛИСТЕР И УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ МИКРОСКОП

В то же самое время, когда проводились эти широкие макроскопические различия, были и другие исследователи, которые стремились еще глубже проникнуть в тонкости механизма животного с помощью микроскопа. Это начинание, однако, было сопряжено с очень большими оптическими трудностями, и в течение долгого времени работы предыдущих поколений практически не продвинулись вперед. Два больших оптических барьера, технически известных как сферическая и хроматическая аберрация — один из-за неспособности лучей света падать в одной плоскости при фокусировке через линзу, другой из-за рассеивающего действия линзы, расщепляющей белый свет на призматические цвета, — столкнулись с создателями микроскопических линз и казались практически непреодолимыми. Изготовление ахроматических линз для телескопов было осуществлено, правда, Долландом в предыдущем столетии путем соединения линз из корончатого стекла с линзами из кремневого стекла, причем эти два материала имели разные показатели преломления и дисперсии. Но, помимо механических трудностей, которые возникают, когда линза имеет крошечные размеры, необходимые для использования с микроскопом, возникают и другие затруднения, связанные с тем фактом, что желательно использовать широкий световой пучок, чтобы получить достаточное освещение, когда необходимо обеспечить большое увеличение.

В попытке преодолеть эти трудности выдающиеся философы-физики того времени пришли на помощь лучшим оптикам. В самом начале века доктор (впоследствии сэр Дэвид) Брюстер, известный шотландский физик, предположил, что определенные преимущества могут быть получены от использования таких драгоценных камней, которые имеют высокие показатели

преломления и низкие показатели дисперсии, вместо линз, изготовленных из стекла. Соответственно, линзы изготавливались из алмаза, сапфира и так далее, и с некоторым успехом. Но в 1812 году гораздо более важное нововведение было введено доктором Уильямом Хайдом Волластоном, одним из величайших и наиболее разносторонних, а после смерти Кавендиша, безусловно, самым эксцентричным из английских натурфилософов. Это было предложение использовать две плосковыпуклые линзы, расположенные на заданном расстоянии друг от друга, вместо обычно используемой единственной двувыпуклой линзы. Эта комбинация в значительной степени преодолела сферическую аберрацию и сразу же получила известность как "дублет Волластона".

Чтобы избежать потери света в таком дублете из-за увеличения отражающих поверхностей, доктор Брюстер предложил заполнить промежуток между двумя линзами цементом, имеющим тот же показатель преломления, что и сами линзы, — улучшение очевидного преимущества. Еще более важное усовершенствование было сделано самим доктором Волластоном при введении диафрагмы для ограничения поля зрения между линзами, а не перед передней линзой. Оснащенную таким образом пару линз доктор Волластон назвал перископическим микроскопом. Доктор Брюстер предположил, что в такой линзе той же цели можно было бы достичь с большей легкостью, отшлифовав экваториальную канавку на толстой или шаровидной линзе и заполнив канавку непрозрачным цементом. Это устройство получило большую популярность и впоследствии стало известно как линза Коддингтона, хотя мистер Коддингтон не претендовал на то, чтобы быть ее изобретателем.

Сэр Джон Гершель, еще один из величайших физиков того времени, также уделял внимание проблеме совершенствования микроскопа, и в 1821 году он представил так называемую апланатическую комбинацию линз, в которой, как следует из названия, сферическая аберрация была в значительной степени устранена. Считалось, что использование этой апланатической комбинации Гершеля в качестве окуляра в сочетании с дублетом Волластона в качестве объектива приблизилось к совершенству настолько, насколько, вероятно, вскоре приблизится составной микроскоп. Но в действительности сконструированный таким образом прибор, хотя и, несомненно, превосходил любой предыдущий, был настолько несовершенен, что для практических целей простой микроскоп, такой как дублет или Коддингтон, был предпочтительнее более сложного.

Многие оптики, действительно, совершенно отчаялись когда-либо создать удовлетворительный преломляющий составной микроскоп, и некоторые из них заново восприняли предложение сэра Исаака Ньютона относительно отражающего микроскопа. В частности, профессору Джованни Баттиста Амичи, очень известному математику и практическому оптику из Модены, удалось сконструировать отражающий микроскоп, который, как говорили, превосходил любой составной микроскоп того времени, хотя событиям последующих лет было суждено лишить его всей, кроме исторической ценности. Ибо, к счастью, были и другие, кто не отчаивался в возможностях преломляющего микроскопа, и их усилиям было суждено вскоре увенчаться успехом, о котором даже не мечтало ни одно предыдущее поколение.

Человеком, которому принадлежит главная заслуга в руководстве последними шагами, превратившими составной микроскоп из научной игрушки в практическое устройство, был английский оптик-любитель Джозеф Джексон Листер. Сочетая математические знания с механической изобретательностью и пользуясь практической помощью знаменитого оптика

Талли, он разработал формулу сочетания линз из корончатого стекла с другими линзами из кремневого стекла, подобранную таким образом, что аномалии преломления одних были исправлены или компенсированы другими, в результате чего были получены линзы с непревзойденной до сих пор четкостью; линзы, способные показывать изображение с большим увеличением, но относительно свободные от тех искажений и цветных полос, которые до сих пор были столь пагубны для истинной интерпретации увеличенных структур.

Листер начал свои исследования хрусталика в 1824 году, но только в 1830 году он представил Королевскому обществу знаменитую статью с подробным описанием своих теорий и экспериментов. Вскоре после этого различные континентальные оптики, которые долгое время работали в аналогичном направлении, занялись этим вопросом, и их экспозиции, в частности выставки Amici, представили вниманию микроскопистов всего мира усовершенствованный составной микроскоп. И потребовалась всего лишь самая незначительная попытка, чтобы убедить опытных наблюдателей в том, что в их руки попало новое орудие научного исследования, которое на долгий шаг приблизило их к наблюдению интимных физических процессов, лежащих в основе жизненных явлений. Для физиолога это совершенство составного микроскопа имело такое же значение, какое открытие Америки имело для географов пятнадцатого века — оно сулило настоящий мир совершенно новых открытий. Выполнение этого обещания не было отложено надолго.

Действительно, открытия, сделанные в настоящее время в области мельчайшей анатомии, были столь многочисленными и важными, что можно сказать, что возвышение гистологии до ранга независимой науки относится к этому периоду. До сих пор, с момента открытия увеличительных стекол, то тут, то там встречались люди, такие как Левенгук или Мальпиги, одаренные исключительным зрением и, возможно, необычайно удачливые в своих догадках, которые внесли важный вклад в познание мельчайшей структуры органических тканей; но теперь внезапно для самого опытного исследователя стало возможным подтвердить или опровергнуть кропотливые наблюдения этих первопроходцев, в то время как опытный наблюдатель мог легко преодолеть барьеры зрения, которые до сих пор были совершенно непроходимыми. И поэтому вполне естественно, что физиологи четвертого десятилетия девятнадцатого века с таким же рвением устремились в новую область микроскопа, как, например, их сегодняшние преемники исследуют область рентгеновских лучей.

Сам Листер, который стал страстным исследователем инструмента, который он усовершенствовал, сделал много важных открытий, самым заметным из которых было окончательное разрешение давно обсуждавшегося вопроса об истинной форме красных кровяных телец в крови человека. На самом деле, как сегодня всем известно, это двояковогнутые диски, но из-за их необычной формы легко можно неверно истолковать их внешний вид, если смотреть на них через плохую линзу, и хотя доктор Томас Янг и различные другие наблюдатели были очень близки к истине относительно них, единодушие мнений стало возможным только после вынесения вердикта усовершенствованного микроскопа.

Эти кровяные тельца настолько бесконечно малы по размеру, что в каждом кубическом миллиметре крови их содержится около пяти миллионов, и все же это изолированные частицы, каждая из которых обладает, так сказать, своей индивидуальностью. Это, конечно, было известно микроскопистам со времен появления первых линз. Кроме того, то тут, то там наблюдателями было замечено, что некоторые твердые ткани, по-видимому, имели зернистую

текстуру, как будто они тоже в своем окончательном виде состояли из частиц. И теперь, по мере создания все более совершенных линз, эта идея постоянно набирала обороты, хотя какое-то время никто не понимал ее всего значения. Действительно, в случае растительных тканей давно был известен тот факт, что маленькие частицы, заключенные в мембранный покров и называемые клетками, являются конечными видимыми единицами структуры. Но предполагалось, что ткани животных радикально отличались от этой конструкции. Элементарные частицы овощей "рассматривались в определенной степени как отдельные элементы, составляющие все растение, в то время как, с другой стороны, такого взгляда на элементарные части животных не придерживались".

РОБЕРТ БРАУН И КЛЕТОЧНОЕ ЯДРО

В 1833 году дальнейшее понимание природы элементарных частиц растений было получено благодаря наблюдениям английского микроскописта Роберта Брауна, который в ходе своих микроскопических исследований эпидермиса орхидей обнаружил в клетках "непрозрачное пятно", которое он назвал ядром. Несомненно, одно и то же "пятно" и раньше достаточно часто видели другие наблюдатели, но Браун был первым, кто распознал в нем составную часть растительной клетки и дал ему название.

- Я завершу свои наблюдения над орхидеями, - сказал Браун, - указанием на некоторые моменты их общего строения, которые в основном относятся к клеточной ткани. В каждой клетке эпидермиса большей части представителей этого семейства, особенно у тех, у кого перепончатые листки, наблюдается единственная круглая ареола, обычно несколько более непрозрачная, чем мембрана клетки. Эта ареола, которая более или менее отчетливо зернистая, слегка выпуклая, и хотя кажется, что она находится на поверхности, на самом деле покрыта внешней пластинкой клетки. Нет никакой закономерности относительно его места в клетке; однако нередко оно занимает центральное место или почти таковое.

Поскольку каждой клетке принадлежит только одна ареола, и как во многих случаях, когда она присутствует в обычных клетках эпидермиса, она также видна в кожных железах или устьицах, и в них всегда две — по одной с каждой стороны лимба, — весьма вероятно, что кожная железа во всех случаях состоит из двух клеток особой формы, линия соединения которых является продольной осью диска или поры.

"Эта ареола, или ядро клетки, как, возможно, ее можно было бы назвать, не ограничивается эпидермисом, также обнаруживаясь не только в опушении поверхности, особенно при соединении, как у *surgipedium*, но и во многих случаях в паренхиме или внутренних клетках ткани, особенно когда они свободны от отложения зернистого вещества.

"В сжатых клетках эпидермиса ядро в соответствующей степени уплощено; но во внутренней ткани оно часто имеет почти сферическую форму, более или менее прочно прикреплено к одной из стенок и выступает в полость клетки. В этом состоянии его нередко можно обнаружить в веществе столбика и в веществе околоцветника.

"Ядро проявляется также в ткани рыльца, где в соответствии со сжатием мочевыводящих путей оно имеет промежуточную форму, не будучи ни настолько уплощенным, как в эпидермисе, ни таким выпуклым, как во внутренней ткани столбика.

Здесь я могу отметить, что мне известен один случай очевидного исключения из того, что ядро является одиночным в каждом *utriculus* или клетке, а именно, у *Bletia Tankervilleae*. В усиках рыльца этого растения я обычно, хотя и не всегда, обнаруживал вторую ареолу, по-видимому, находящуюся на поверхности и состоящую из гранул гораздо большего размера, чем обычное ядро, которое образовано из очень мелкого зернистого вещества и, по-видимому, расположено глубоко.

"Г-н Бауэр изобразил ткань рыльца у вида *Bletia* как до, так и, как он полагает, после оплодотворения; и в последнем состоянии утрикулы отмечены от одной до трех ареол сходного внешнего вида.

"Можно даже предположить, что ядро существует в пыльце этого семейства. На ранних стадиях его формирования в простом зерне и в каждой из составных частей клеток составного зерна видна по крайней мере одна ареола из десяти. Но эти ареолы, возможно, скорее можно рассматривать просто как места образования трубок.

"Это клеточное ядро встречается не только у орхидей, но в равной степени проявляется у многих других однодольных семейств; и я даже обнаружил его, до сих пор, однако, в очень немногих случаях, в эпидермисе двудольных растений; хотя, возможно, можно сказать, что в этом первичном отделе оно существует на ранних стадиях развития пыльцы. Среди однодольных отряды, в которых он наиболее примечателен, - это *Liliaceae*, *Hemerocallideae*, *Asphodeleae*, *Irideae* и *Commelineae*.

"У некоторых растений, принадлежащих к этому последнему упомянутому семейству, особенно у *Tradescantia virginica* и нескольких близкородственных видов, он необычайно отчетлив, причем не в эпидермисе и не в сочлененных волосках нитей, а в ткани рыльца, в клетках яйцеклетки даже до оплодотворения и на всех стадиях образования зерен пыльцы, эволюция которых столь примечательна у *tradescantia*.

"Те немногие указания на присутствие этого ядра, или ареолы, с которыми я до сих пор встречался в публикациях ботаников, содержатся главным образом в некоторых рисунках эпидермиса, в недавних работах Мейена и Пуркинье и в одном случае в мемуарах месье Адольфа Бройньера о строении листьев. Но, по-видимому, этому придается так мало значения, что внешний вид не всегда упоминается в пояснениях к рисункам, на которых он представлен. Г-н Бауэр, однако, который также изобразил это на утриках рыльца *Bletia Tankervilleae*, обратил на это более пристальное внимание и, по-видимому, считает, что это видно только после оплодотворения".(2)

ШЛЕЙДЕН И ШВАНН И КЛЕТОЧНАЯ ТЕОРИЯ

То, что эта недавно признанная структура должна быть важна для экономики клетки, было признано самим Брауном и знаменитым немцем Мейеном, который рассматривал ее в своей работе по физиологии растений, опубликованной вскоре после этого; но привлечь внимание общественности к ядру и заявить о его исключительной важности в экономике клетки оставалось другому немцу, профессору ботаники Йенского университета, доктору М. Й. Шлейдену.

Шлейден открыто признал, что он в долгу перед Брауном за первые сведения о ядре, но вскоре он продвинул свои исследования этой структуры далеко за пределы исследований ее

первооткрывателя. Он пришел к выводу, что ядро действительно является наиболее важной частью клетки, поскольку это исходная структура, из которой развивается остальная часть клетки. Поэтому он назвал его цитобластом. Он изложил свои взгляды в эпохальной статье, опубликованной в архиве Мюллера в 1838 году под названием "Beitrage zur Phytogenesis". Эта статья ценна сама по себе, однако наиболее важный результат наблюдений Шлейдена за ядром проистекал не из его собственных трудов, а из трудов друга, которому он рассказал о своих открытиях за год до их публикации. Этим другом был доктор Теодор Шванн, профессор физиологии в Университете Лувена.

В тот момент, когда ему сообщили об этих наблюдениях, Шванн ломал голову над некоторыми деталями гистологии животных, которые он не мог ясно объяснить. Его великий учитель, Йоханнес Мюллер, обратил внимание на странное сходство с растительными клетками, проявляемое определенными клетками спинной хорды (эмбрионального канатика, из которого развивается позвоночный столб), а сам Шванн обнаружил соответствующее сходство в жаберном хряще головастика. Кроме того, исследования Фридриха Генле показали, что частицы, из которых состоит эпидермис животных, по внешнему виду очень похожи на клетки. Действительно, клеточный характер некоторых тканей животных стал обычным явлением среди изучающих тонкую анатомию. Шванн чувствовал, что это сходство не могло быть простым совпадением, но он не получил никакого ключа к дальнейшему пониманию, пока Шлейден не привлек его внимание к ядру. Затем он сразу же рассудил, что если между растительными и животными тканями действительно существует соответствие, о котором он подозревал, и если ядро так важно в растительной клетке, как полагал Шлейден, то ядро также должно быть обнаружено в элементарных частицах тканей животных.

Исследования Шванна вскоре показали всю правильность этого предположения. Более тщательное изучение тканей животных под микроскопом показало, особенно в случае эмбриональных тканей, что "непрозрачные пятна", подобные описанным Шлейденом, действительно встречаются там в изобилии, образуя, действительно, наиболее характерную фазу структуры. Расположение этих ядер через сравнительно регулярные промежутки времени позволяет предположить, что они находятся в определенных компартментах ткани, как показал Шлейден в случае с овощами; действительно, стенки, отделяющие такие клеточные компартменты друг от друга, в некоторых случаях были видны. В частности, это было обнаружено в случае с эмбриональными тканями, и их изучение вскоре убедило Шванна в правильности его первоначального предположения и в том, что все ткани животных на стадии зарождения состоят из частиц, мало чем отличающихся от первичных частиц овощей, короче говоря, из того, что ботаники называли клетками. Приняв это название, Шванн выдвинул то, что вскоре стало известно как его клеточная теория, под названием "Микроскопическое исследование основных процессов в структуре и механизме организма". Его работа была настолько оперативной, что эта книга была опубликована в начале 1839 года, всего через несколько месяцев после появления статьи Шлейдена.

Как следует из названия, основная идея, вдохновившая Шванна, заключалась в объединении растительных и животных тканей. Принимая клеточную структуру за основу всех растительных тканей, он стремился показать, что то же самое верно и для тканей животных, где все кажущееся разнообразие волокон является всего лишь изменением и развитием того, что изначально было простыми клетками. И под клеткой Шванн, как и Шлейден, подразумевал то, что обычно подразумевает это слово — полость, окруженную со всех сторон стенами. Он

предположил, что конечными составляющими всех тканей на самом деле являются такие мельчайшие полости, наиболее важной частью которых является клеточная стенка с связанным с ней ядром. Он действительно знал, что камера может быть заполнена жидким содержимым, но считал его относительно второстепенным по важности по сравнению с самой стеной. Это, однако, не относилось к ядру, которое, как предполагалось, должно было прилегать к клеточной стенке и вначале генерировать ее. Впоследствии стенка могла расти так быстро, что отделялась от своего содержимого, превращаясь таким образом в полый пузырек или настоящую клетку; но предполагалось, что ядро, пока оно существует, будет продолжать контактировать с клеточной стенкой. Шлейден даже предположил, что ядро является составной частью стенки, иногда находящейся заключенной между двумя слоями ее вещества, и Шванн процитировал эту точку зрения с видимым одобрением. Шванн, однако, полагал, что в зрелой клетке ядро перестает функционировать и исчезает.

Основной тезис о сходстве развития растительных и животных тканей и клеточной природе конечного строения обоих был подтвержден массой тщательно собранных свидетельств, которые сразу же подтвердило множество микроскопистов, так что работа Шванна стала классической почти с момента ее публикации. Конечно, многие другие исследователи сразу же оспорили притязания Шванна на приоритет открытия, в частности английский микроскопист Валентин, который утверждал, не без некоторой доли справедливости, что он работал в том же направлении. Так, если уж на то пошло, называли многих других, таких как Генле, Тюрпен, Дюмортье, Пуркинью и Мюллер, которых цитировал сам Шванн. Более того, были различные физиологи, которые раньше любого из них предвосхищали клеточную теорию — в частности, Каспар Фридрих Вольф в конце прошлого столетия и Тревиранус около 1807 года, но, как мы видели во многих других областях науки, одно дело предвосхищать открытие, и совсем другое — дать ему полное выражение и сделать его зародышем других открытий. И когда Шванн выдвинул недвусмысленное утверждение о том, что "существует один универсальный принцип развития элементарных частей организмов, какими бы разными они ни были, и этим принципом является образование клеток", он провозгласил доктрину, которая была для всех практических целей абсолютно новой и открывала новую область для микроскописта. Самая важная эпоха в физиологии началась с публикации его книги в 1839 году.

РАЗРАБОТАННАЯ КЛЕТОЧНАЯ ТЕОРИЯ

То, что Шванну следовало обратиться к эмбриональным тканям для обоснования своих идей, без сомнения, было в значительной степени обусловлено влиянием великого русского Карла Эрнста фон Бэра, который примерно десятью годами ранее опубликовал первую часть своей знаменитой работы по эмбриологии, и чьи идеи быстро набирали силу, во многом благодаря поддержке нескольких людей, в частности Йоханнеса Мюллера в Германии и Уильяма Б. Карпентера в Англии, а также тому факту, что усовершенствованный микроскоп сделал популярной мельчайшую анатомию. Исследования Шванна ясно показали, что здесь находится лучшее поле для изучения животной клетки, и множество исследователей вышли на это поле. Результатом их наблюдений было, в основном, подтверждение утверждений Шванна о всеобщей распространенности клетки. Давняя идея о том, что ткани животных растут только как своего рода отложения из кровеносных сосудов, теперь была отброшена, и факт так называемого растениеподобного роста клеток животных, за который боролся Шванн, был общепризнанным. Тем не менее, полная мера сродства между двумя классами клеток в течение некоторого времени не была общепринятой.

Действительно, поскольку вещество, составляющее клеточные стенки растений, явно сильно отличается от ограничивающей мембраны животной клетки, было естественно, что до тех пор, пока стенка считалась наиболее существенной частью структуры, расхождение между двумя классами клеток должно было казаться очень выраженным. И какое-то время это была общепринятая концепция вопроса. Но со временем внимание многих наблюдателей было привлечено к особым характеристикам содержимого камеры, и они были вынуждены спросить себя, не могут ли они быть более важными, чем предполагалось. В частности, доктор Хуго фон Мол, профессор ботаники Тюбингенского университета, в ходе своих исчерпывающих исследований растительной клетки был впечатлен своеобразным и характерным внешним видом содержимого клетки. Он повсеместно наблюдал внутри клетки "непрозрачную, вязкую жидкость с перемешанными в ней гранулами", которая составляла основное вещество клетки и которая особенно впечатлила его, потому что при определенных условиях было видно, что она находится в активном движении, ее части разделены на нитевидные потоки.

Фон Мол обратил внимание на тот факт, что это движение содержимого клеток наблюдалось еще в 1774 году Бонавентура Корти и было заново открыто Тревиранусом в 1807 году, и что эти наблюдатели описали это явление под "самым неподходящим названием "вращение клеточного сока"". Фон Мол признал, что струящееся вещество было чем-то совершенно отличным от сока. Он утверждал, что ядро клетки находится внутри этого вещества, а не прикреплено к клеточной стенке, как утверждал Шлейден. Он также увидел, что гранулы хлорофилла и все остальное клеточное содержимое соединены с "непрозрачной, вязкой жидкостью", и в 1846 году важность этого универсального клеточного вещества произвела на него такое впечатление, что он дал ему название протоплазмы. Однако, поступая таким образом, он не имел намерения подчинять себе клеточную стенку. Тот факт, что Пайен в 1844 году продемонстрировал, что клеточные стенки всех овощей, высоких или низких, состоят в основном из одного вещества, целлюлозы, имел тенденцию укреплять позиции клеточной стенки как действительно важной структуры, содержание протоплазмы в которой было лишь вспомогательным продуктом.

Однако тем временем на студентов, изучающих гистологию животных, все большее впечатление производило кажущееся преобладание клеточного содержимого над клеточными стенками в тканях, которые они изучали. Они также обнаружили, что ячейка заполнена вязкой слизистой жидкостью, способной двигаться. Этому Дюжарден дал название саркода. В настоящее время благодаря трудам Колликера, Нагели, Бишоффа и ряда других стало известно, что существует множество низших форм животной жизни, которые, по-видимому, состоят из этого саркода, без какой-либо клеточной стенки вообще. То же самое, по-видимому, верно и для некоторых клеток высших организмов, таких как кровяные тельца. Особенно в случае клеток, которые заметно меняют свою форму, перемещаясь вследствие потоковой передачи своего саркода, казалось несомненным, что клеточная стенка отсутствует, или что, если она присутствует, ее роль должна быть незначительной.

И вот гистологи задались вопросом, не должно ли, в конце концов, содержимое клетки, а не окружающая стенка, быть действительно важной структурой, и вес возрастающих наблюдений в конце концов не позволил избежать вывода, что это действительно так. Но поскольку внимание, таким образом, было сосредоточено на содержимом клеток, сразу стало очевидно, что между конечными частицами овощей и животных существует гораздо большее сходство, чем предполагалось ранее. Поскольку целлюлоза и животные мембраны теперь

рассматриваются скорее как побочные продукты, открылся путь к признанию того факта, что растительная протоплазма и животный саркод удивительно похожи по внешнему виду и общим свойствам. Чем ближе было наблюдение, тем более поразительным казалось это сходство; и, наконец, примерно в 1860 году Генрихом де Бари и Максом Шульце было продемонстрировано, что они во всех отношениях идентичны. Еще раньше Ремак пришел к аналогичному выводу и применил слово фон Мола "протоплазма" к содержимому клеток животных, и теперь это применение вскоре стало универсальным. Отныне эта протоплазма должна была приобрести первостепенное значение в физиологическом мире, будучи признанной универсальной "физической основой жизни", как растительной, так и животной. Это было логическим продолжением и кульминацией учения Шванна о сходстве развития двух живых царств. Но в то же время это было фактически изгнание клетки, определение которой дал Шванн. Слово "клетка", правда, было сохранено, но оно больше не означало крошечную полость. Теперь это подразумевало, по определению Шульце, "небольшую массу протоплазмы, наделенную признаками жизни". Этому определению, как мы увидим, суждено было вскоре претерпеть еще одну модификацию; но концепция протоплазматической массы как существенной конечной структуры, которая могла окружать себя защитным покровом, а могла и не окружать, была постоянным дополнением к физиологическим знаниям. Более ранняя идея, по сути, объявляла скорлупу наиболее важной частью яйца; этот развитый взгляд определил желтку его истинное положение.

В другом важном отношении теория Шлейдена и Шванна теперь претерпела изменения. Это относилось к происхождению клетки. Шванн рассматривал рост клеток как своего рода кристаллизацию, начинающуюся с отложения ядра вокруг гранулы в межклеточном веществе — цитобласты, как назвал это Шлейден. Но фон Мол еще в 1835 году обратил внимание на образование новых растительных клеток путем деления ранее существовавшей клетки. Эренберг, другой высокий авторитет того времени, утверждал, что такого деления не происходит, и этот вопрос все еще был предметом споров, когда Шлейден выступил со своим открытием так называемого свободного клеткообразования внутри родительской клетки, и это надолго отвлекло внимание от процесса деления, который описал фон Мол. Всевозможные схемы клеткообразования были выдвинуты в последующие годы множеством наблюдателей и приобрели популярность, несмотря на неоднократное утверждение Фон Мола о том, что на самом деле существует только два способа образования новых клеток, а именно: "во-первых, путем деления старых клеток; во-вторых, путем образования вторичных клеток, свободно расположенных в полости клетки".

Но постепенно исследования таких точных наблюдателей, как Унгер, Нагели, Колликер, Райхарт и Ремак, имели тенденцию подтверждать мнение фон Мола о том, что клетки возникают только из клеток, и, наконец, Рудольф Вирхов продемонстрировал это примерно в 1858 году. Его *Omnis cellula e cellula* с того времени стала одним из общепринятых данных физиологии. Это было дополнено немного позже теорией Флеминга о всеобщем ядре и нуклео, когда еще более совершенные методы наблюдения показали, что часть клетки, которая всегда первой претерпевает изменения, подготавливающие к образованию новой клетки, является важнейшим ядром. Таким образом, ядру было возвращено то важное положение, которое придали ему Шванн и Шлейден, но с сильно изменившимся значением. Вместо того, чтобы быть структурой, сгенерированной *de novo* из неклеточного вещества и исчезающей, как только выполнялась ее функция клеткообразования, ядро теперь было известно как центральная и постоянная особенность каждой клетки, неразрушимая, пока клетка жива, сама по себе

являющаяся продуктом деления ранее существовавшего ядра и родительской, в результате деления ее вещества, для ядер других поколений. Слово "клетка" получило окончательное определение как "небольшая масса протоплазмы, снабженная ядром".

В этом расширенном и завершающем общем взгляде на клеточную теорию стало ясно, что каждый живой организм, животное или растение, представляет собой всего лишь скопление клеток с ядрами, все из которых в каждом индивидуальном случае являются прямыми потомками одной первичной клетки яйцеклетки. У развитых особей высших организмов последующие поколения клеток становятся удивительно разнообразными по форме и специфическим функциям; существует удивительное разделение труда, особые функции в основном возлагаются на определенные группы клеток; но от начала до конца не развита ни одна функция, которая примитивным образом не присутствовала бы в каждой клетке, какой бы изолированной она ни была; и развитая клетка, какой бы специализированной она ни была, никогда полностью не забывает ни одной из своих изначальных функций или способностей. Таким образом, вся физиология, должным образом интерпретированная, становится просто изучением клеточной активности; и развитие клеточной теории занимает свое место в качестве великого центрального обобщения в физиологии девятнадцатого века. Кое-что из более поздних разработок этой теории мы увидим в другой связи.

ЖИВОТНАЯ ХИМИЯ

Как раз в то время, когда микроскоп открывал пути, которые должны были привести к замечательной клеточной теории, другая группа наблюдателей выдвинула еще одно новое направление исследования живого организма. Возникли две великие школы физиологической химии — одна под руководством Либиха и Волера в Германии, в другой доминировал великий французский мастер Жан Батист Дюма. Либих одно время подумывал об изучении медицины, а Дюма добился отличия в связи с Прево в Женеве в области чистой физиологии, прежде чем обратил свое внимание особенно на химию. Таким образом, и эти мастера, и Волер в том числе, проявляли всепоглощающий интерес к тем разделам химии, которые имеют отношение к функциям живых тканей; и во многом благодаря их усилиям и трудам их последователей была отброшена распространенная идея о том, что жизненные процессы подчиняются уникальным законам, и физиология вошла в сферу признанной компетенции химика. Таким образом, примерно в то время, когда микроскоп показал, что клетка является действительно важной структурой живого организма, химики пришли к пониманию того, что каждая функция организма на самом деле является выражением химического изменения — что каждая клетка, короче говоря, представляет собой миниатюрную химическую лабораторию. И именно эта объединенная точка зрения анатома и химика, этот союз доселе разобщенных сил, сделали возможными вторжения неисследованные области физиологии, которые были осуществлены к середине девятнадцатого века.

Одной из первых тем, которые были повторно исследованы и доведены до ближайшего решения, был давно обсуждавшийся вопрос о переваривании пищи. Спалланцани и Хантер показали в предыдущем столетии, что пищеварение в некотором роде представляет собой раствор пищевых продуктов; но в их работе не было достигнуто большого прогресса до 1824 года, когда Праут обнаружил присутствие соляной кислоты в желудочном соке. Десятилетие спустя Спротт и Бойд обнаружили существование специфических желез в слизистой оболочке желудка; а Каньяр ла Тур и Шванн независимо друг от друга обнаружили, что действительно

активным началом желудочного сока является вещество, получившее название пепсин, и Шванн показал, что оно активно в присутствии соляной кислоты.

Почти случайно, в 1836 году Пуркинье и Паппенгейм обнаружили, что другой орган, помимо желудка, а именно поджелудочная железа, участвует в пищеварении, и в течение последующего десятилетия благодаря усилиям Эберле, Валентина и Клода Бернара стало известно, что этот орган играет важнейшую роль в переваривании крахмалистой и жирной пищи. Было также обнаружено, что печень и кишечные железы играют важную роль в подготовке пищи к усвоению, как и слюна, — короче говоря, для переваривания всех обычных продуктов, поступающих в желудок, необходима коалиция сил.

И вскоре химики обнаружили, что в каждом из основных пищеварительных соков содержится по крайней мере одно вещество, имеющее определенное сходство с пепсином, хотя и действующее на разные виды пищи. Точка сходства между всеми этими важнейшими пищеварительными агентами заключается в том, что каждый из них обладает замечательным свойством воздействовать на относительно огромные количества вещества, которое он может переварить, сам при этом не разрушаясь и, по-видимому, даже не изменяясь. В силу этого странного свойства о пепсине и родственных ему веществах говорили как о ферментах, но совсем недавно их принято отличать от таких организованных ферментов, как дрожжи, обозначая их ферментами. Выделение этих ферментов и понимание их механизма действия знаменуют собой долгий шаг к разгадке загадки пищеварения, но следует добавить, что мы все еще пребываем в полном неведении относительно реальной конечной природы их странной активности.

При всестороннем рассмотрении органы пищеварения, взятые в целом, являются воротами между внешним миром и более интимными клетками организма. Другими не менее важными воротами являются легкие, и здесь также было много неясного о точном методе функционирования во времена возрождения физиологической химии. То, что кислород потребляется и углекислота выделяется при дыхании, химики эпохи Пристли и Лавуазье действительно прояснили, но преобладало ошибочное представление о том, что именно в самих легких происходит важное сгорание топлива, основным продуктом которого является углекислота. Но теперь, когда внимание было привлечено к важности первичной клетки, это ошибочное представление не могло долго удерживаться, и уже в 1842 году Либих в ходе своих исследований тепла животных убедился, что истинное потребление топлива происходит не в легких, а в первичных тканях, которым они подчинены. Возрождая идею Лавуазье с изменениями и дополнениями, Либих утверждал и, несмотря на противодействие, в конце концов продемонстрировал, что источником животного тепла на самом деле является потребление топлива, поступающего через желудок и легкие. Он показал, что вся жизнедеятельность на самом деле является продуктом энергии, высвобождаемой исключительно в результате разрушительных процессов, что, в широком смысле, равносильно горению, происходящему в первичных клетках организма. Вот его аргумент:

ЛИБИХ О ЖИВОТНОМ ЖАРЕ

"Кислород, поступающий в организм, снова выводится в тех же формах, будь то летом или зимой; следовательно, в холодную погоду и при высоких значениях барометра мы выделяем больше углерода, чем в теплую погоду; и мы должны потреблять больше или меньше углерода

из нашей пищи в той же пропорции; в Швеции больше, чем на Сицилии; а в нашем более умеренном климате зимой на целую восьмую больше, чем летом.

"Даже когда мы потребляем одинаковое количество пищи в холодных и теплых странах, бесконечная мудрость устроила так, что продукты питания в разных климатических зонах крайне неодинаковы по содержанию углерода. Плоды, которыми предпочитают питаться уроженцы Юга, в свежем виде содержат не более двенадцати процентов. углерода, в то время как жир, используемый жителями арктических регионов, содержит от шестидесяти шести до восьмидесяти процентов. углерода.

"В теплом климате нетрудно научиться умеренности в еде, и люди могут долго переносить голод под экватором; но холод и голод в сочетании очень скоро истощают организм.

"Взаимодействие между элементами пищи и кислородом, доставляемым циркуляцией крови ко всем частям тела, является источником тепла животного.

"Все живые существа, существование которых зависит от поглощения кислорода, обладают внутри себя источником тепла, независимым от окружающих объектов.

"Эта истина применима ко всем животным и распространяется, кроме того, на прорастание семян, цветение растений и созревание плодов. Тепло вырабатывается только в тех частях тела, к которым поступает артериальная кровь, а вместе с ней и кислород, поглощаемый при дыхании. Волосы, вата или перья не обладают повышенной температурой. Эта высокая температура тела животного, или, как это можно назвать, выделение тепла, равномерно и при любых обстоятельствах является результатом соединения горючего вещества с кислородом.

"Каким бы способом углерод ни соединялся с кислородом, акт соединения не может происходить без выделения тепла. Совершенно безразлично, происходит ли соединение быстро или медленно, при высокой или при низкой температуре; количество выделяемого тепла является постоянной величиной. Углерод, содержащийся в пище, который превращается в углекислоту в организме, должен выделять ровно столько тепла, как если бы он был непосредственно сожжен в воздухе или в газообразном кислороде; разница лишь в том, что количество производимого тепла рассеивается в разное время. В кислороде горение происходит быстрее, а выделение тепла интенсивнее; в воздухе оно происходит медленнее, температура не такая высокая, но оно продолжается дольше.

"Очевидно, что количество выделяемого тепла должно увеличиваться или уменьшаться в зависимости от количества кислорода, поступающего через равные промежутки времени при дыхании. Те животные, которые часто дышат и, следовательно, потребляют много кислорода, обладают более высокой температурой, чем другие, которые при теле равного размера, подлежащем нагреванию, потребляют в организм меньше кислорода. Температура у ребенка (102 градуса) выше, чем у взрослого (99,5 градуса). Температура птиц (от 104 до 105,4 градуса) выше, чем у четвероногих (от 98,5 до 100,4 градуса), или чем у рыб или амфибий, чья собственная температура на 3,7-2,6 градуса выше, чем усреды, в которой они живут. Строго говоря, все животные теплокровны; но только у тех, которые обладают легкими, температура тела не зависит от окружающей среды.

"Наиболее достоверные наблюдения доказывают, что во всех климатических зонах, как в умеренных, так и на экваторе или полюсах, температура тела человека и тех, кого обычно

называют теплокровными животными, неизменно одинакова; однако насколько различны условия, в которых они живут.

"Тело животного - это нагретая масса, которая имеет такое же отношение к окружающим предметам, как и любая другая нагретая масса. Он получает тепло, когда окружающие предметы более горячие, и теряет тепло, когда они холоднее его самого. Мы знаем, что скорость охлаждения увеличивается с увеличением разницы между нагретым телом и окружающей средой, то есть чем холоднее окружающая среда, тем короче время, необходимое для охлаждения нагретого тела. Насколько же неодинаковой должна быть теплопотеря человека в Палермо, где фактическая температура почти равна температуре тела, и в полярных регионах, где внешняя температура на 70-90 градусов ниже.

"И все же, несмотря на эту крайне неравномерную потерю тепла, опыт показал, что температура крови жителя за полярным кругом такая же высокая, как у уроженца Юга, который живет в совершенно другой среде. Этот факт, когда осознается его истинное значение, доказывает, что тепло, отдаваемое окружающей среде, восстанавливается в организме с большой скоростью. Эта компенсация происходит быстрее зимой, чем летом, на полюсе, чем на экваторе.

"Итак, в различных климатических условиях количество кислорода, поступающего в систему дыхания, как уже было показано, изменяется в зависимости от температуры наружного воздуха; количество вдыхаемого кислорода увеличивается с потерей тепла при внешнем охлаждении, и количество углерода или водорода, необходимое для соединения с этим кислородом, должно быть увеличено в аналогичном соотношении. Очевидно, что восполнение тепла, теряемого при охлаждении, осуществляется за счет взаимного действия элементов пищи и вдыхаемого кислорода, которые соединяются вместе. Воспользуемся знакомой, но не по этой причине менее справедливой иллюстрацией: тело животного действует в этом отношении как печь, которую мы снабжаем топливом. Не имеет значения, какие промежуточные формы может принимать пища, какие изменения она может претерпевать в организме, последнее изменение - это превращение углерода в углекислоту и его водорода в воду; неусвоенный азот пищи вместе с несгоревшим или неокисленным углеродом выводится с выделениями. Чтобы поддерживать в печи постоянную температуру, мы должны изменять подачу топлива в зависимости от внешней температуры, то есть в зависимости от подачи кислорода.

"В организме животного пища является топливом; при надлежащем снабжении кислородом мы получаем тепло, выделяемое при его окислении или сгорании".(3)

КРОВЯНЫЕ ТЕЛЬЦА, МЫШЦЫ И ЖЕЛЕЗЫ

Дальнейшие исследования показали, что переносчиками кислорода с момента его всасывания в легких до его высвобождения в основных тканях являются эритроциты, функцией которых, как предполагалось, является механическое перемешивание крови. Выяснилось, что красные кровяные тельца состоят главным образом из вещества, которое Куне впервые выделил в кристаллической форме в 1865 году и которое было названо гемоглобином, — вещества, обладающего удивительным сродством к кислороду, жадно хватающего его в легких и с такой же готовностью отдающего, распространяясь среди отдаленных клеток организма. Насыщенный кислородом, он превращается в оксигемоглобин красного цвета; освобожденный от кислорода, он приобретает фиолетовый оттенок; отсюда совершенно различный внешний вид артериальной и венозной крови, который так озадачивал ранних физиологов.

Это доказательство жизненно важной роли, которую играют красные кровяные тельца, естественно, привело к возобновлению исследований этих бесконечно малых тел. Было обнаружено, что их количество может сильно различаться в разные периоды жизни одного и того же индивидуума, что доказывает, что они могут как развиваться, так и разрушаться во взрослом организме. Действительно, длительные наблюдения не оставили причин сомневаться в том, что процесс образования и разрушения кровяных телец может быть совершенно нормальным — что, короче говоря, каждое красное кровяное тельце течет своим чередом и умирает, как любой более сложный организм. Они постоянно образуются в красном костном мозге и разрушаются в печени, где способствуют образованию красящего вещества желчи. Существуют ли другие очаги такого образования и разрушения телец, пока полностью не определено. Гистологи также не пришли к единому мнению относительно того, следует ли рассматривать сами красные кровяные тельца как настоящие клетки или просто как фрагменты клеток, отпочковавшиеся от настоящей клетки для специальной цели; но в любом случае нет ни малейшего сомнения в том, что главной функцией красных кровяных телец является перенос кислорода.

Если кислород доставляется в конечные ячейки перед соединением с горючими веществами, которые он должен потреблять, само собой разумеется, что сами эти горючие вещества также должны быть доставлены туда. Не может быть также сомнения в том, что самой главной из этих первичных тканей с точки зрения количества требуемого топлива являются мышцы. Общий и всесторонний взгляд на организм включает, таким образом, пищеварительный аппарат и легкие как каналы подачи топлива; кровеносные и лимфатические каналы как транспортную систему; и мышечные клетки, объединенные в мышечные волокна, как печи потребления, где сжигается топливо и преобразуется энергия, которая становится доступной для нужд организма, дополненные набором выделительных органов, через которые продукты жизнедеятельности — зола - удаляются из системы.

Но остаются, вообще говоря, два других набора органов, размер которых демонстрирует их важность в экономике организма, но функции которых не рассматриваются в этом кратком обзоре. Это железистые органы, такие как селезенка, которые не имеют протоков и не производят видимых выделений, и нервный механизм, центральными органами которого являются головной и спинной мозг. Какие функции выполняют эти наборы органов в великом специализированном скоплении клеток, которое мы называем живым организмом?

Что касается желез внутренней секреции, то первый ключ к пониманию их функции был дан, когда великий француз Клод Бернар (человек, о котором его почитатели любили говорить: "Он не просто физиолог, он сама физиология") открыл то, что называют гликогенной функцией печени. Сама печень, действительно, не является бесклеточным органом, но количество выделяемых ею желчевыводящих путей кажется совершенно непропорциональным ее огромным размерам, особенно если учесть, что у человека печень в норме содержит около пятой части всей крови во всем организме. Бернард обнаружил, что кровь претерпевает изменение состава при прохождении через печень. Клетки печени (особые формы которых были описаны Пуркинье, Генле и Дютроше около 1838 года) обладают способностью преобразовывать определенные поступающие к ним вещества в крахмалоподобное соединение, называемое гликогеном, и запасать это вещество до тех пор, пока оно не понадобится организму. Эта способность клеток печени совершенно не зависит от способности тех же клеток вырабатывать желчь; следовательно, открытие этой гликогенной

функции показало, что орган может выполнять более одной выраженной и важной специфической функции. Но его главное значение заключалось в том, чтобы дать ключ к тем промежуточным процессам между перевариванием и окончательной ассимиляцией, которые, как теперь известно, имеют такое жизненно важное значение в экономике организма.

За сорок с лишним лет, прошедших с момента этого первого наблюдения Бернарда, были выявлены многочисленные факты, свидетельствующие о чрезвычайной важности таких промежуточных изменений запасов пищи в крови, которые выполняет печень. Было показано, что поджелудочная железа, селезенка, щитовидная железа, надпочечные капсулы абсолютно необходимы, каждая по-своему, для здоровья организма, благодаря метаболическим изменениям, которые, по-видимому, способны выполнять только они; и есть подозрение, что различные другие ткани, включая даже сами мышцы, обладают несколько схожими метаболическими способностями в дополнение к их признанным функциям. Но химический состав задействованных веществ настолько чрезвычайно сложен, что ни в одном отдельном случае точная природа метаболизма, осуществляемого этими органами, не была полностью выяснена. Каждая из них по-своему представляет собой химическую лабораторию, необходимую для правильного функционирования организма, но точная природа ее операций остается непостижимой. Огромная важность функционирования этих промежуточных органов не вызывает сомнений.

Рассмотрение функций другого набора органов, известных под общим названием нервная система, отложено до следующей главы.

VI. ТЕОРИИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ

ГЕТЕ И МЕТАМОРФОЗЫ ЧАСТЕЙ

Когда Кольридж сказал о Хамфри Дэви, что он мог бы стать величайшим поэтом своего времени, если бы не предпочел стать величайшим химиком, вполне возможно, что энтузиазм друга перевесил осторожность критика. Но как бы то ни было, бесспорно, что человек, который на самом деле был величайшим поэтом того времени, легко мог бы занять самое высокое положение ученого, если бы муза не отвлекла его внимание. Действительно, несмотря на эти отвлекающие факторы, Иоганн Вольфганг фон Гете добился успехов в области чистой науки, которые обеспечили бы его имени постоянное признание, если бы он никогда не написал ни одной поэтической строфы. Такова универсальность, которая отличает высочайшего гения.

Именно в 1790 году Гете опубликовал работу, заложившую основы его научной репутации, — работу о метаморфозах растений, в которой он выдвинул новую доктрину о том, что все части цветка представляют собой видоизмененные листья.

"Каждый, кто наблюдает за ростом растений, даже поверхностно, - писал Гете, - заметит, что некоторые их внешние части время от времени трансформируются и переходят в формы смежных частей, то полностью, то в большей или меньшей степени. Так, например, одиночный цветок превращается в двойной, когда вместо тычинок развиваются лепестки, которые либо в точности повторяют другие лепестки венчика по форме и цвету, либо все еще несут видимые признаки своего происхождения.

"Когда мы увидим, что растение может таким образом сделать шаг назад, мы тем более обратим внимание на закономерный ход природы и изучим законы трансформации, согласно которым оно производит одну часть через другую и проявляет самые разнообразные формы посредством модификации одного-единственного органа.

Давайте сначала обратим наше внимание на растение в тот момент, когда оно развивается из зернышка. Первые органы его роста вверх известны под названием семядолей; их также называли семенными листьями.

"Они часто кажутся бесформенными, заполненными новой материей и столь же толстыми, сколь и широкими. Их сосуды неузнаваемы и с трудом выделяются из общей массы; они почти не имеют сходства с листом, и нас легко можно ввести в заблуждение, заставив считать их особыми органами. Иногда, однако, они выглядят как настоящие листья, их сосуды способны к мельчайшему развитию, их сходство со следующими листьями не позволяет нам принять их за особые органы, но вместо этого мы узнаем в них первые листья стебля.

"Семядоли в основном двойные, и здесь следует сделать наблюдение, которое по мере нашего продвижения будет казаться еще более важным, а именно, что листья первого узла часто парные, даже когда последующие листья стебля располагаются на нем поочередно. Здесь мы видим приближение и соединение частей, которые природа впоследствии разделяет и размещает на расстоянии друг от друга. Еще более примечательно, когда семядоли принимают форму множества маленьких листочков, собранных вокруг оси, а стебель, который постепенно вырастает из их середины, дает следующие листья, расположенные вокруг него поодиночке в мутовке. Это можно очень точно наблюдать в росте вида *pinus*. Здесь венчик из хвои образует в то же время чашечку, и позже у нас будет возможность вспомнить этот случай в связи с подобными явлениями.

С другой стороны, мы наблюдаем, что даже семядоли, которые больше всего похожи на лист по сравнению со следующими листьями стебля, всегда более неразвиты или менее развиты. В основном это заметно по их полям, которые чрезвычайно просты и имеют мало следов отступов.

"Несколько или многие из следующих листьев часто уже присутствуют в семени и лежат заключенными между семядолями; в сложном состоянии они известны под названием перышек. Их форма, по сравнению с семядолями и последующими листьями, различна у разных растений. Однако главное их отличие от семядолей заключается в том, что они плоские, нежные и в целом сформированы как настоящие листья. Они полностью зеленые, покоятся на видимом узле и больше не могут отрицать своего родства со следующими листьями стебля, которым, однако, они обычно все же уступают, поскольку их край развит не полностью.

Однако дальнейшее развитие листа продолжается непрерывно, от узла к узлу; его средняя жилка удлинена, и от нее к бокам отходят более или менее дополнительные ребра. Листья теперь кажутся зазубренными, с глубокими вмятинами или состоящими из нескольких

маленьких листочков, и в последнем случае кажется, что они образуют целые маленькие веточки. Финиковая пальма представляет собой яркий пример такого последовательного преобразования простейшей формы листа. Средняя жилка удлиняется за счет чередования нескольких листьев, единственный веерообразный лист разрывается и отклоняется, и развивается очень сложный лист, который по форме соперничает с веткой.

"Переход к соцветию происходит более или менее быстро. В последнем случае мы обычно наблюдаем, что листья на стебле теряют свои различные внешние отделы и, с другой стороны, более или менее распускаются в своих нижних частях, где они прикреплены к стеблю. Если переход происходит быстро, стебель, внезапно становящийся тоньше и более удлиненным с момента образования узла последнего развившегося листа, выстреливает вверх и собирает несколько листьев вокруг оси на своем конце.

То, что лепестки чашечки - это в точности те же органы, которые до сих пор появлялись в виде листьев на стебле, но теперь сгруппированы вокруг общего центра в часто совершенно иной форме, может быть, как мне кажется, продемонстрировано наиболее ясно. Уже в связи с описанными выше семядолями мы заметили аналогичную работу природы. Первые виды, пока они развиваются из семенного ядра, демонстрируют лучеобразную корону из безошибочно узнаваемых иголок; и в первом детстве этих растений мы уже видим проявление той силы природы, благодаря которой, когда они станут старше, наступит их цветение и плодоношение.

"Мы видим, как эта сила природы, которая собирает несколько листьев вокруг оси, создает еще более тесное соединение и делает эти приближенные, измененные листья еще более неузнаваемыми, соединяя их вместе полностью или частично. Колоколообразные или так называемые однолепестковые чашечки представляют собой эти облачно соединенные листья, которые, будучи более или менее вдавленными сверху или разделенными, ясно показывают свое происхождение.

Мы можем наблюдать переход от чашечки к венчику более чем в одном случае, поскольку, хотя цвет чашечки обычно остается зеленым, как и цвет листьев на стебле, он, тем не менее, часто меняется в той или иной ее части — на кончиках, по краям, с обратной или даже внутренней стороны, — в то время как внешняя сторона все еще остается зеленой.

"Связь венчика с листьями стебля проявляется более чем одним способом, поскольку на стеблях некоторых растений появляются листья, которые уже более или менее окрашены задолго до того, как они приближаются к соцветию; другие полностью окрашиваются, когда приближаются к соцветию. Природа также сразу переходит к венчику, иногда минуя органы чашечки, и в таком случае мы также имеем возможность наблюдать, как листья на стебле превращаются в лепестки. Так, например, на стебле тюльпанов иногда появляется почти полностью развитый и окрашенный лепесток. Еще более примечателен случай, когда такой лист, наполовину зеленый, а наполовину принадлежащий стеблю, остается прикрепленным к последнему, в то время как другая окрашенная часть приподнимается вместе с венчиком, и лист, таким образом, разрывается надвое.

"Взаимосвязь между лепестками и тычинками очень тесная. В некоторых случаях природа делает переход регулярным — например, у канны и нескольких растений того же семейства. Настоящий, мало измененный лепесток стягивается по верхнему краю и образует пыльцевой мешочек, в то время как остальная часть лепестка занимает место тычинки. У махровых цветов

мы можем наблюдать этот переход во всех его стадиях. У нескольких видов роз внутри полностью развитых и окрашенных лепестков появляются другие, которые сближены посередине или сбоку. Это сближение образуется небольшим выростом, который выглядит как более или менее законченный пыльцевой мешочек, и в той же пропорции лист приближается к простой форме тычинки.

"Пестик во многих случаях выглядит почти как тычинка без пыльников, и связь между их образованием гораздо теснее, чем между другими частями. В ретроградной манере природа часто приводит к случаям, когда стиль и рыльце (*Narben*) повторно трансформируются в лепестки — то есть *Ranunculus Asiaticus* становится двойным, превращая рыльце и стиль плодоножки в настоящие лепестки, в то время как тычинки часто обнаруживаются неизмененными непосредственно за венчиком.

"В семенных коробочках, несмотря на их форму, на их особое назначение и на способ соединения, мы не можем не распознать форму листа. Так, например, стручок представлял бы собой простой лист, сложенный и сросшийся по краю; *siliqua* состоял бы из большего количества листьев, сложенных один над другим; сложные сосуды можно было бы объяснить как представляющие собой несколько листьев, которые, будучи объединены над одним центром, разделяют свои внутренние части и соединяются по краям. Мы можем убедиться в этом собственными глазами, когда такие составные коробочки разваливаются после созревания, потому что тогда каждая часть представляет собой раскрытый стручок".(1)

Разработанная таким образом теория метаморфозы частей получила в настоящее время большее распространение благодаря распространению на царство животных в доктрине, которую независимо выдвинули Гете и Окен, о том, что череп позвоночных по существу является модифицированным и развитым позвонком. Это были концепции, достойные поэта - на самом деле невозможные для любого ума, не обладающего поэтической способностью соотносить. Но в данном случае видение поэта было пророческим о будущем взгляде на самую прозаическую науку. Доктрина о метаморфозе частей вскоре стала рассматриваться как имеющая фундаментальное значение.

Но эта доктрина имела последствия, которые мало кто из ее первых сторонников осознавал. Если все части цветка — чашелистик, лепесток, тычинка, пестик с их бесчисленными отклонениями в контуре и окраске — являются всего лишь модификациями листа, то такое изменение предполагает удивительную дифференциацию и развитие. Утверждение о том, что тычинка - это метаморфозированный лист, означает, если это вообще что-либо значит, что за долгий промежуток времени лист путем медленных или внезапных постепенных изменений своего характера в последовательных поколениях, пока, так сказать, отпрыск настоящего листа не превратился в тычинку. Но если подобная метаморфоза возможна - если кажущийся широким промежуток между листом и тычинкой может быть преодолен модификацией линии организмов, — то где же возможность модификации органического типа находит свои границы? Почему модификация частей не может продолжаться окольными путями до тех пор, пока отдаленные потомки организма не станут совершенно непохожими на этот организм? Почему мы не можем таким образом объяснить развитие различных видов существ, происходящих от одного родительского стада? Это тоже мечта поэта; но только ли это мечта? Гете так не думал. Из его исследований метаморфозы частей тела в его сознании выросло убеждение, что многочисленные виды растений и животных вокруг нас произошли от все меньшего числа

более ранних родительских типов, подобно ветвям гигантского дерева, получающим питание от одного и того же первичного корня. Это была смелая и революционная мысль, и мир расценил ее всего лишь как причуду поэта.

ЭРАЗМ ДАРВИН

Как раз в то время, когда эта мысль оформлялась в мозгу Гете, та же идея зарождалась в голове другого философа, англичанина с международной известностью, доктора Эразма Дарвина, который при жизни пользовался широчайшей популярностью как поэт, рифмованные двустишия из его Ботанического сада с восхищением цитировались повсюду. И потомки, отвергающие стихи, составляющие основную часть книги, тем не менее придают неизменную ценность самой книге, потому что, по правде говоря, ее обширные пояснительные примечания дают представление о состоянии почти каждой области науки того времени.

Но даже при том, что ему не хватало высочайшего искусства стихосложения, Дарвин, вне всякого сомнения, обладал воображением поэта в сочетании с глубокими научными знаниями; и именно его поэтическая проницательность, соотносящая организмы, казалось бы, разнообразные по строению, и наделяющая самый скромный цветок жизненной индивидуальностью, заставила его заподозрить, что в природе нет демаркационных линий. "Может ли быть, - вопрошает он, - что одна форма организма развилась из другой; что разные виды на самом деле являются всего лишь модифицированными потомками одной родительской ветви?" Заманчивая мысль гнездилась в его сознании, лелеялась там и переросла в твердую веру, которая получила более полное выражение в его Зоономии и в посмертном Храме природы.

Вот его изложение этой идеи в стихотворном виде в "Храме природы":

"Органическая жизнь под безбрежными волнами
Зародилась и вскормлена в жемчужных пещерах океана;
Мельчайшие формы, невидимые за сферическим стеклом,
Двигаются по грязи или проникают в водянистую массу;
Они, по мере расцвета последующих поколений,
приобретают новые силы и приобретают более крупные конечности;
Откуда возникают бесчисленные группы растительности,
И дышащие царства плавников, ног и крыльев.

"Таким образом, высокий Дуб, лесной великан,
Который несет на себе раскаты грома Британии во время наводнения;
Кит, неизмеримое чудовище майна;
Величественный лев, монарх равнины;
Орел, парящий в воздушных царствах,
Чей глаз, не ослепленный, впитывает солнечный свет;
Властный человек, который правит звероподобной толпой,
Гордый языком, разумом и размышлениями,
С высоко поднятым челом, который презирает этот земной дерн,
И называет себя образом своего Бога —
Возник из зачатков формы и смысла,

Зародышевой точки или микроскопического энса!"(2)

Здесь достаточно ясно выражена идея эволюции. Но в те дни было мало доказательств ее достоверности, которые могли бы удовлетворить кого-либо, кроме поэта, и когда в 1802 году умер Эразм Дарвин, идея трансмутации видов все еще оставалась всего лишь необоснованной мечтой.

Однако это была мечта, присущая не только Гете и Дарвину. Еще раньше эта идея более или менее смутно пришла в голову другому великому мечтателю — и труженику — Германии, Иммануилу Канту, и нескольким великим французам, включая де Майе, Мопертюи, Робине и знаменитого натуралиста Бюффона — человека, обладавшего воображением поэта, хотя его послание было изложено в большей части художественной прозы. Вскоре после середины восемнадцатого века Бюффон выдвинул идею трансмутации видов, и с тех пор он время от времени повторял ее до своей смерти в 1788 году. Но еще не пришло время для того, чтобы идея трансмутации видов разорвала свои оковы.

И все же эта идея, в измененной или неразвитой форме, странным образом овладела поколением, вышедшим на сцену в конце восемнадцатого века. Огромное количество доселе неизвестных видов животных было недавно обнаружено в ранее неисследованных регионах земного шара, и мудрецы были крайне озадачены, пытаясь объяснить исчезновение всего этого во время всемирного потопа. Это значительно упростило дело, если предположить, что многие существующие виды были выведены после эпизода с ковчегом путем модификации исходных пар. В то время отдаленные аспекты такой теории были упущены из виду, и идея о том, что американские животные и птицы, например, были модифицированными потомками форм Старого Света — ягуара от леопарда, пумы от льва и так далее — стала распространенным верованием среди того класса людей, которые принимают почти любое утверждение как истинное, которое согласуется с их предрассудками, не осознавая его последствий.

Таким образом, в *еclat* записано, что открытие непосредственной близости Америки на северо-западе к Азии устраняет все трудности относительно происхождения западной фауны и флоры, поскольку восточные виды могли легко попасть в Америку по льду и были изменены в том виде, в каком мы их находим, "под хорошо известным влиянием климата". И люди, которые высказали эту идею, никогда и не подозревали о ее реальном значении. По правде говоря, здесь в двух словах излагалась доктрина эволюции, и, поскольку ее конечные ориентиры были неясны, она казалась самой естественной из доктрин. Но большинство людей, выдвинувших его, в ужасе отвернулись бы от него, если бы осознали его важность. Однако на данный момент лишь кое-где такой человек, как Бюффон, заходил достаточно далеко, чтобы спросить, каковы могут быть пределы такой предполагаемой трансмутации; и только кое-где Дарвин или Гете приходили к убеждению, что пределов нет.

ЛАМАРК ПРОТИВ КЮВЬЕ

И даже Гете и Дарвин едва перешли ту предварительную стадию убеждения, на которой они придерживались мысли о трансмутации видов как вспомогательной веры, не готовой к полному изложению. Однако был один из их современников, который, придерживаясь той же концепции, был склонен дать ей полное объяснение. Это был друг и ученик Бюффона, Жан Батист де Ламарк. Обладая духом поэта и философа, этот великий француз обладал также

широчайшим спектром технических знаний, охватывающих всю область живой природы. Первая половина его долгой жизни была посвящена главным образом ботанике, в которой он достиг высоких результатов. Затем, как раз в начале девятнадцатого века, он обратился к зоологии, в частности к низшим формам животной жизни. Изучая эти низшие организмы, существующие и ископаемые, он все больше и больше поражался градациям форм, которые можно было повсюду увидеть; соединению различных семейств через промежуточные; и, в частности, преобладанию низших типов жизни в более ранних геологических слоях. Постоянно вынуждаемый классифицировать различные формы жизни в ходе своих систематических работ, он обнаружил, что проводить четкие демаркационные линии становится все труднее, и, наконец, давно вынашиваемое подозрение переросло в твердое убеждение, что в природе на самом деле не существует такого понятия, как вид организма; что "вид" - это плод человеческого воображения, тогда как в природе существуют только индивидуумы.

То, что определенные группы индивидов больше похожи друг на друга, чем на другие группы, конечно, очевидно, но это означает только то, сказал Ламарк, что у этих сходных групп были сравнительно недавние общие предки, в то время как непохожие группы существ более отдаленно связаны кровным родством. Но проследите линии происхождения достаточно далеко назад, и все они достигнут кульминации в одном исходном происхождении. Все формы жизни, какими бы они ни были, являются модифицированными потомками исходного организма. Таким образом, от низшего до высшего существует только одна раса, один вид, точно так же, как все многочисленные ветви и побеги от одного корня - это всего лишь одно дерево. Для удобства описания мы можем делить организмы на отряды, семейства, роды, виды, подобно тому, как мы делим дерево на корни, ствол, ветви, сучья, листья; но и в том, и в другом случае это деление произвольно и искусственно.

В "Зоологической философии" (1809) Ламарк впервые четко сформулировал свои идеи относительно трансмутации видов, хотя изложил их еще в 1801 году. В этой достопамятной публикации он не только изложил свои убеждения более ясно и в более полных деталях, чем идея была выражена кем-либо из предшественников, но и сделал еще один большой шаг вперед, превзойдя всех своих предшественников, за исключением Дарвина, в том, что он предпринял попытку объяснить способ, которым была вызвана трансмутация видов. Изменения произошли, по его словам, благодаря непрерывным усилиям каждого организма по удовлетворению потребностей, предъявляемых к нему окружающей средой. Постоянное стремление означает постоянное использование определенных органов. Таким образом, птица, пробегающая мимо морского берега, постоянно испытывает искушение забираться все глубже и глубже в поисках пищи; ее непрерывные усилия способствуют развитию ее ног в соответствии с наблюдаемым принципом, согласно которому использование любого органа имеет тенденцию укреплять и развивать его. Но такое слегка усиленное развитие ног передается потомству птицы, которое, в свою очередь, развивает свои уже улучшенные ноги своими индивидуальными усилиями и передает улучшенную тенденцию. Поколение за поколением это повторяется до тех пор, пока сумма бесконечно малых вариаций, все в одном направлении, не приведет к появлению длинноногой болотной птицы. Подобным образом, благодаря индивидуальным усилиям и передающейся склонности, были развиты все разнообразные органы всех существ — плавник рыбы, крыло птицы, рука человека; более того, сама рыба, птица, даже человек. В совокупности органы составляют весь организм; и то, что верно для отдельных органов, должно быть верно и для их совокупности, живого существа.

Что бы ни думали об объяснении Ламарком причины трансмутации — которое на самом деле было уже предложено Эразмом Дарвином, — идея эволюции, за которую он боролся, была всего лишь логическим продолжением концепции о том, что американские животные являются модифицированными и дегенерировавшими потомками европейских животных. Но люди, как правило, мало склонны следовать идеям до их логических выводов, а в данном случае выводы были настолько радикально противоположны ближайшему смыслу идеи, что весь мыслящий мир с одобрением отверг их. Те самые люди, которые с наибольшим энтузиазмом приняли идею трансмутации европейских видов в американские и подобных ограниченных вариаций в результате изменения окружающей среды из-за облегчения, которое это дало перенаселенному ковчегу, теперь были первыми, кто осудил такое расширение доктрины трансмутации, предложенное Ламарком.

И, если уж на то пошло, лидеры научного мира были в равной степени настроены враждебно по отношению к гипотезе Ламарка. В частности, Кювье, когда-то ученик Ламарка, а теперь его коллега и пользующийся большим авторитетом, чем его сверстник, изо всех сил выступал против доктрины трансмутации. Он отстаивал абсолютную неизменность видов, задействовав ресурсы разума, который, как простое хранилище фактов, возможно, никогда не был превзойден. В качестве окончательного и осязаемого доказательства своей позиции он представил тела ибисов, которые были забальзамированы древними египтянами, и показал путем сравнения, что они ни в малейшей степени не отличаются от ибисов, которые посещают Нил сегодня.

Рассуждения Кювье представляют такой большой исторический интерес — поскольку они являются аргументом величайшего противника эволюции того времени, — что мы приводим их довольно подробно.

"Следующие возражения, - говорит он, - против моих выводов уже выдвинуты. Почему существующие в настоящее время расы четвероногих млекопитающих суши не могут быть простыми модификациями или разновидностями тех древних рас, которые мы сейчас находим в ископаемом состоянии, и эти модификации могли быть вызваны изменением климата и другими местными обстоятельствами, а затем доведены до нынешнего чрезмерного различия действием сходных причин в течение длительного периода веков?

"Это возражение может показаться сильным тем, кто верит в неопределенную возможность изменения формы в организованных телах и думает, что в течение ряда эпох и путем изменения условий обитания все виды могут переходить друг в друга или один из них дать начало всем остальным. И все же этим людям можно дать следующий ответ, исходя из их собственной системы: если виды изменялись постепенно, как они предполагают, мы должны найти следы этой постепенной модификации. Таким образом, между палеотерием и видами наших дней мы могли бы обнаружить некоторые промежуточные формы; и все же такого открытия никогда не было сделано. Поскольку в недрах земли не сохранилось памятников этой странной генеалогии, мы не имеем права делать вывод, что древние и ныне вымершие виды были такими же постоянными по своим формам и признакам, как те, которые существуют в настоящее время; или, по крайней мере, что катастрофа, уничтожившая их, не оставила достаточно времени для производства изменений, которые, как утверждается, имели место.

"Чтобы ответить тем натуралистам, которые признают, что разнообразие животных ограничено природой в определенных пределах, было бы необходимо исследовать, насколько далеко

простираются эти пределы. Это очень любопытное исследование, и само по себе чрезвычайно интересное в различных отношениях, но до сих пор ему уделялось очень мало внимания....

"Дикие животные, питающиеся травой, ощущают влияние климата несколько более остро, потому что к нему добавляется влияние пищи, как в отношении ее изобилия, так и в отношении ее качества. Таким образом, слоны одного леса крупнее слонов другого; их бивни также становятся несколько длиннее в местах, где их пища может оказаться более благоприятной для производства вещества из слоновой кости. То же самое может иметь место и в отношении рогов оленей. Но давайте рассмотрим двух слонов, самых непохожих, каких только можно себе представить, мы не обнаружим ни малейшей разницы в количестве и сочленениях костей, строении зубов и т.д.

"Природа, по-видимому, также предохраняла от видовых изменений, которые могли произойти в результате смешения пород, воздействуя на различные виды животных взаимным отвращением друг к другу. Следовательно, вся хитрость и вся сила, на которые способен человек, необходимы для достижения таких союзов, даже между видами, имеющими самое близкое сходство. И когда породы мулов, полученные таким образом в результате этих вынужденных союзов, оказываются плодовитыми, что случается редко, это плодовитость никогда не продолжается дольше нескольких поколений и, вероятно, не зашла бы так далеко без продолжения тех же забот, которые возбуждали ее вначале. Таким образом, в диком состоянии мы никогда не видим промежуточных зверей между зайцем и крольчатинной, между оленем и оленихой или между куницей и лаской. Но сила человека изменяет этот установленный порядок и продолжает производить все те смеси, к которым восприимчивы различные виды, но которые они никогда бы не произвели, если бы были предоставлены самим себе.

"Степень этих вариаций пропорциональна интенсивности вызвавших их причин, а именно рабства или подчинения, в котором эти животные находятся по отношению к человеку. У наполовину одомашненных видов они не заходят далеко. У кошки, например, более мягкий или более жесткий мех, более блестящая или более разнообразная окраска, больший или меньший размер — все это составляет видовое разнообразие; скелет ангорской кошки ничем регулярным и неизменным не отличается от скелета дикой кошки Европы...."

Самые замечательные результаты влияния человека проявляются в том животном, которое он подчинил себе наиболее полно. Собаки были перевезены человечеством во все уголки мира и полностью подчинили свои действия его указаниям. Почти бесконечные разновидности собак, составляя свои союзы по желанию или прихоти своих хозяев, отличаются друг от друга окрасом, длиной и обилием шерсти, которая иногда совершенно отсутствует; их естественными инстинктами; размерами, которые варьируются от одного до пяти, увеличиваясь в некоторых случаях более чем в сто раз; формой ушей, носов и хвостов; относительной длиной ног; прогрессивным развитием мозга, у некоторых одомашненных разновидностей вызывающим изменения даже в форме головы, у некоторых из которых масса тела увеличивается в несколько раз. у них длинные, тонкие морды с плоским лбом, у других короткие морды с выпуклым лбом и т.д., настолько, что очевидная разница между мастифом и водяным спаниелем, а также между борзой и мопсом даже более разительна, чем между почти любым диким видом рода.....

Из этих наблюдений следует, что животные обладают определенными устойчивыми и естественными признаками, которые сопротивляются воздействию любого рода воздействий, будь то естественные причины или вмешательство человека; и у нас нет ни малейших оснований подозревать, что время оказывает на них большее влияние, чем климат.

"Я знаю, что некоторые натуралисты придают огромное значение тысячам людей, которых они могут призвать к действию одним росчерком пера. Однако в таких вопросах наш единственный способ судить о последствиях, которые могут быть вызваны длительным периодом времени, - это как бы умножать те, которые могут быть вызваны более коротким периодом времени. С этой целью я попытался собрать все древние документы, касающиеся форм животных; и нет ни одного, равного тем, что были предоставлены египтянами, как в отношении их древности, так и в отношении их изобилия. Они оставили нам не только представителей животных, но даже их идентичные тела, забальзамированные и сохраненные в катакомбах.

"Я изучил с величайшим вниманием выгравированные фигурки четвероногих и птиц, привезенные из Египта в Древний Рим, и все эти фигурки, одна с другой, имеют совершенное сходство с предполагаемыми объектами, какими они являются и по сей день.

"Исходя из всех этих установленных фактов, кажется, нет ни малейшего основания предполагать, что новые роды, которые я обнаружил или установил среди посторонних ископаемых, такие как *paleoetherium*, *anoplotherium*, *megalonyx*, *mastodon*, *pterodactylis* и т.д., Когда-либо были источниками каких-либо из наших нынешних животных, которые различаются лишь постольку, поскольку на них влияют время или климат. Даже если окажется правдой, во что я далек от того, чтобы верить, что ископаемые слоны, носороги, лоси и медведи отличаются от существующих видов того же рода не больше, чем современные расы собак отличаются между собой, это ни в коем случае не будет достаточным основанием для заключения, что они принадлежали к одному и тому же виду; поскольку расы или разновидности собак подверглись влиянию ограничений домашней жизни, которых эти другие животные никогда не испытывали и, по сути, никогда не могли испытать".(3)

На аргумент Кювье о постоянстве египетских мумифицированных птиц и животных, как указано выше, Ламарк ответил, что это ничего не доказывает, за исключением того, что ибис с исторической точки зрения прекрасно приспособился к своему египетскому окружению в незапамятные времена и что климатические и другие условия долины Нила с тех пор не изменились. Он утверждал, что его теория предусматривает стабильность видов в фиксированных условиях точно так же, как и трансмутацию в изменяющихся условиях.

Но, само собой разумеется, популярный вердикт был на стороне Кювье; талант на какое-то время победил гений, и на Ламарка смотрели как на нечестивого провидца. Однако его вера никогда не колебалась. Он верил, что достиг истинного понимания процессов живой природы, и повторял свои гипотезы снова и снова, особенно во введении к своей "Истории природы животных без позвонков" в 1815 году и в своей "Системе положительных связей человека" в 1820 году. Он прожил до 1829 года, уважаемый как натуралист, но почти непризнанный как пророк.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ШАГИ

Хотя имена Дарвина и Гете, и в особенности Ламарка, всегда должны выделяться в этом поколении как выразители идеи трансмутации видов, есть несколько других, которые нельзя

полностью упускать из виду в этой связи. Из них наиболее заметным является труд Готфрида Рейнхольда Тревирануса, немецкого врача-натуралиста, профессора математики в бременском лицее.

Интересным совпадением было то, что Тревиранус опубликовал первый том своей "Биологии за философию жизненного цикла", в котором излагались его взгляды на трансмутацию видов, в 1802 году, в тот же год, когда Ламарк впервые изложил ту же доктрину в своих исследованиях по организации живого корпуса. Необычно также, что Ламарк в своей "Гидрогелологии" того же времени независимо предложил "биологию" в качестве подходящего слова для выражения общей науки о живых существах. Для тенденции развития мысли того времени важно, чтобы потребность в таком объединяющем слове возникла одновременно у независимых мыслителей в разных странах.

В том же памятном году Лоренц Окен, другой философ-натуралист, профессор Цюрихского университета, опубликовал предварительные наброски своей "Философии природы", которая, как было развито в более поздних публикациях, изложила теорию самопроизвольного зарождения и эволюции видов. Таким образом, похоже, что эта идея зарождалась в умах нескольких самых способных людей того времени в течение первого десятилетия нашего столетия. Но единственным результатом их различных объяснений было внезапное прекращение того подводного течения мысли, которое в течение некоторого времени направлялось к этой концепции. Как только стало ясно, куда логически должна вести уступка о том, что животные могут изменяться под воздействием окружающей их среды, отвращение к этой идее было мгновенным и пылким. Затем в течение целого поколения Кювье был почти безраздельно господствующим, и его вердикт обычно считался окончательным.

Действительно, во Франции был один авторитетный натуралист, у которого хватило смелости выступить против Кювье и его школы и который был в состоянии добиться того, чтобы его выслушали, хотя ни в коем случае не разделяли нижеследующее. Это был Этьен Жоффруа Сент-Илер, знаменитый автор "Анатомической философии" и в течение многих лет коллега Ламарка по ботаническому саду. Подобно Гете, Жоффруа был выдающимся анатомом, и, подобно великому немцу, он рано был поражен сходством между аналогичными органами различных классов существ. Он выдвинул идею о том, что абсолютное единство типа преобладает во всей органической природе в отношении каждого набора органов. Из этой идеи выросло его постепенно сформировавшееся убеждение, что сходство строения может подразумевать идентичность происхождения — что, короче говоря, один вид животных мог развиваться из другого.

Понимание Жоффруа идеи трансмутации ни в коем случае не было столь полным, как у Ламарка, и он, по-видимому, никогда полностью не определял в своем собственном сознании, каковы могут быть пределы такого развития видов. Конечно, он нигде не относит все органические существа к одной линии происхождения, как это делал Ламарк; тем не менее, он упорно придерживался истины, какой видел ее, в открытой оппозиции к Кювье, с которым он провел памятный диспут в Академии наук в 1830 году — спор, который так возбудил интерес и энтузиазм Гете, но который, по мнению почти всех остальных, привел к сокрушительному поражению Джеффри и блестящей, казалось бы, окончательной победе сторонника особого сотворения мира и постоянства видов.

На этом, казалось, все горячие споры по этому вопросу прекратились, и всего за четверть века было опубликовано лишь одно доказательство трансмутации видов, которое привлекло какое бы то ни было общее внимание. Этим оазисом в пустыне поколения была небольшая книга под названием "Остатки естественной истории творения", которая анонимно появилась в Англии в 1844 году, выдержала множество изданий и стала предметом бесконечных оскорбительных и насмешливых комментариев. Эта книга, авторство которой в течение сорока лет оставалось в секрете, теперь признается работой Роберта Чемберса, хорошо известного английского писателя и издателя. Сама книга примечательна тем, что представляет собой общепризнанное и недвусмысленное изложение общей доктрины эволюции, ее точка зрения столь же радикальна и всеобъемлюща, как у самого Ламарка. Но это было скорее возобновление прежних усилий, чем новое направление, не говоря уже о его технических недостатках, которые лучше всего можно проиллюстрировать цитатой.

"Весь вопрос, - говорит Чемберс, - стоит так: для теории универсального порядка — то есть порядка как главенствующего как в происхождении, так и в управлении миром — у нас есть свидетельства огромного количества фактов в природе, и вдобавок этот факт - что все, что осталось из области невежества и стало несомненным предметом науки, формирует новую поддержку той же доктрины. Противоположная точка зрения, некогда господствовавшая, веками занимала все меньшее место и в настоящее время удерживается лишь в нескольких областях природы, которые менее других подвержены четкому исследованию. Главным из них, если не почти единственным, является происхождение органических царств. Пока это остается неясным, сверхъестественное будет иметь определенное влияние на просветленных людей. Если это когда-нибудь будет выяснено таким образом, чтобы не оставалось сомнений в естественном происхождении растений и животных, то должна произойти полная революция во взглядах, которые обычно принимаются на отношение к Отцу нашего существа.

Это подготавливает почву для нескольких замечаний о современном состоянии мнений относительно происхождения органической природы. Большая трудность здесь заключается в очевидной определенности видов. Поскольку эти формы жизни кажутся неизменными или, по крайней мере, всегда проявляют тенденцию возвращаться к тому характеру, от которого они отклонились, возникает идея, что не могло быть никакого перехода от одной к другой; каждая должна была принять свою особую форму, независимо от других форм, непосредственно по назначению Создателя. Автор "Эдинбург Ревью" говорит: "Они были созданы рукой Бога и приспособлены к условиям того периода". Теперь, во-первых, нет уверенности в том, что виды постоянно сохраняют фиксированный характер, поскольку мы видели, что те, которые долгое время считались определенными видами, были преобразованы в другие. Однако, исходя из этого факта, поскольку он обычно не принимается людьми науки, остаются некоторые большие трудности в связи с идеей особого творения. Во-первых, мы должны были бы предположить, как указывалось в моем предыдущем томе, поразительное разнообразие планов в божественных действиях, великий общий план или систему законов в ведущих событиях мироздания, а также план мельчайших, четких действий и особого внимания к некоторым простым деталям процесса. Расхождение между этими двумя концепциями, несомненно, становится непреодолимым, когда мы позволяем себе увидеть все дело в устойчивом и рациональном свете. Существует также поразительный факт установленного исторического прогресса растений и животных в порядке их организации; сначала морские и клеточные растения и беспозвоночные животные, а затем более высокие примеры того и другого. В произвольной системе у нас, конечно, не было причин ожидать, что млекопитающие последуют за

рептилиями; и все же в таком порядке они появились. Автор статьи в "Эдинбург Ревью" говорит о животных как о людях, приспособляющихся к условиям, но это верно лишь в ограниченном смысле. Рощи, образовавшие угольные пласты, могли быть подходящим жилищем для рептилий, птиц и млекопитающих, какими такие рощи являются и в наши дни; однако мы не видим ни одного из последних из этих классов и почти никаких следов двух первых в тот период существования земли. Там, где жил игуанодон, мог жить и слон, но в то время слонов не было. Море нижнесилурийской эры было способно содержать рыбу, но никакой рыбы не существовало. Следовательно, убедительно представляется, что театры жизни, должно быть, оставались непригодными для обслуживания или находились во владении арендаторов, уступавших тем, кто мог бы ими пользоваться, в течение многих веков: несомненно, такая расточительность не была бы допустима в системе, где Всемогущество работало по плану уделения пристального внимания специальностям. Этот факт, по-видимому, указывает на то, что фактическая процедура заселения земли была естественной и требовала длительного периода времени для своей эволюции. В этом предположении долгое существование суши без наземных животных, и в особенности без благороднейших классов и сословий, является лишь аналогией факту, недостаточно осознанному умами цивилизованных людей, что по сей день большая часть земли является пустой тратой для человека.

Другое поразительное возражение заключается в бесконечном локальном разнообразии органических форм. Если бы растительное и животное царства состояли из определенного числа видов, приспособленных к особенностям почвы и климата и распространенных повсеместно, этот факт соответствовал бы идее особого напряжения сил. Но правда заключается в том, что различные регионы демонстрируют вариации совершенно без видимой цели. Профессор Хенслоу перечисляет сорок пять различных цветов или групп растений, произрастающих на поверхности земли, несмотря на то, что многие из них были бы в равной степени пригодны и в других местах. Животные разных континентов одинаково разнообразны, лишь немногие виды одинаковы на любых двух, хотя общий характер может совпадать. Вывод, сделанный в настоящее время из этого факта, состоит в том, что, используя язык преподобного доктора Пая Смита, "должны были существовать отдельные и оригинальные творения, возможно, в разные и, соответственно, отличные друг от друга эпохи." Кажется едва ли возможным, чтобы рациональные люди придерживались такой доктрины, когда мы думаем о том, что она включает в себя. В том единственном факте, что для создания флоры Святой Елены требуется особое распоряжение непостижимого Автора этого песчаного облака миров, мы читаем более чем достаточное осуждение. Несомненно, гораздо лучше согласуется с нашими общими представлениями о природе предположение, что точно так же, как все остальное в этой широко распространенной науке было сформировано на основе законов, заложенных в нее изначально ее Автором, так же было и это. Исключение, представленное нам в таком свете, кажется допустимым только тогда, когда нам удастся запретить нашему разуму следовать тем процессам рассуждения, к которым, согласно другому закону Всемогущего, он стремится и для которых он приспособлен".(4)

Подобные рассуждения, естественно, вызвали ожесточенное неприятие и не могли не иметь эффекта в создании подводного течения мысли, противоположного основной тенденции общественного мнения того времени. Но вряд ли можно сказать, что книга сделала что-то большее. Действительно, некоторые критики отрицали даже это достоинство. После его публикации, как и прежде, концепция трансмутации видов оставалась в популярной оценке, как светской, так и научной, почти забытой "ересью".

Это правда, что то тут, то там ученые с большей или меньшей репутацией — такие, как Фон Бух, Меккель и фон Бер в Германии, Бори Сен-Винсент во Франции, Уэллс, Грант и Мэтью в Англии и Лейди в Америке — выражали более или менее предварительное несогласие с доктриной особого сотворения и неизменяемости видов, но их неагрессивные предложения, обычно выдвигаемые в малоизвестных публикациях, и, между прочим, были совершенно проигнорированы. Итак, несмотря на научные достижения по многим направлениям в середине века, идея о трансмутативности органических рас не имела такого значения ни в научных, ни в ненаучных кругах, какое она приобрела пятьдесят лет назад. Особое творение провело этот день, казалось бы, без сопротивления.

ДАРВИН И ПРОИСХОЖДЕНИЕ ВИДОВ

Но даже в то время воображаемая надежность гипотезы особого сотворения ни в коем случае не была реальной. Хотя он казался таким непобедимым, на самом деле его положение было похоже на внешне неприступную крепость, под которой, совершенно незаметно для гарнизона, была вырыта пороховая мина, готовая к взрыву. Ибо в уединенной рабочей комнате одного английского натуралиста уже существовали рукописный том и папка с заметками, которых могло бы хватить, если бы они получили огласку, чтобы разрушить всю структуру гипотезы особого сотворения мира. Натуралистом, который путем долгих и терпеливых усилий соорудил этот склад фактов, был Чарльз Роберт Дарвин, внук автора "Зоономии".

Еще 1 июля 1837 года молодой Дарвин, которому тогда было двадцать восемь лет, завел личный дневник, в который он намеревался записывать все поступающие к нему факты, которые, как ему казалось, имели какое-либо отношение к спорному пункту доктрины трансмутации видов. Четырьмя или пятью годами ранее, во время того знаменитого кругосветного путешествия с адмиралом Фицроем в качестве натуралиста на "Бигле", Дарвин сделал личные наблюдения, которые впервые поколебали его веру в постоянство видов. В Южной Америке, в пампейской формации, он обнаружил "крупных ископаемых животных, покрытых панцирем, подобным тому, что есть у существующих броненосцев", и был поражен этим сходством типов между древней и существующей фауной одного и того же региона. На него также произвело большое впечатление то, как близкородственные виды животных сменяли друг друга по мере продвижения на юг по континенту; и "южноамериканский характер большинства видов Галапагосского архипелага, и особенно то, как они незначительно различаются на каждом острове группы, ни один из островов не кажется очень древним в геологическом смысле".

Поначалу вся сила этих наблюдений не поразила его; поскольку, находясь под влиянием геологических концепций Лайелла, он попытался объяснить относительное отсутствие жизни на одном из Галапагосских островов предположением, что, возможно, с тех пор, как возник этот остров, не было создано ни одного биологического вида. Но постепенно до него дошло, что такие факты, которые он наблюдал, "могут быть объяснены только исходя из предположения, что виды постепенно модифицируются". С тех пор, как он впоследствии утверждал, эта тема преследовала его; отсюда и дневник за 1837 год.

Таким образом, будет видно, что идея изменчивости видов пришла к Чарльзу Дарвину как вывод из личных наблюдений в полевых условиях, а не как мысль, позаимствованная из книг. Он, конечно, читал труды своего деда гораздо раньше, но аргументы Зоономии и Храма природы ни в малейшей степени не ослабили его приверженности нынешней вере в постоянство видов. Не произвела на него большего впечатления и доктрина Ламарка, так

похожая на доктрину его деда. Действительно, даже после того, как его южноамериканский опыт подтолкнул его к новой точке зрения, он все еще не мог увидеть ничего ценного в этих ранних попытках объяснить изменчивость видов. Таким образом, открывая свой дневник, он не имел предвзятого представления о том, что следует взглядам этих или каких-либо других авторов гипотез, и в то время он не сформулировал никакой собственной гипотезы. Его ум был открытым и восприимчивым; он стремился только к фактам, которые могли бы привести его к пониманию проблемы, казавшейся совершенно неясной. Было приятно чувствовать уверенность в том, что виды менялись; но как возникли такие вариации?

Прошло совсем немного времени, прежде чем Дарвин нашел ключ, который, как он думал, мог привести к ответу, который он искал. В поисках фактов он вскоре обнаружил, что наиболее доступное поле для наблюдений лежит среди одомашненных животных, чьи многочисленные вариации в пределах определенных линий знакомы каждому. Таким образом, при одомашнивании из общего поголовья произошли такие ощутимо разные существа, как мастиф и терьер. То же самое произошло с шетландским пони, чистокровной породой и тягловой лошадей. Короче говоря, нет ни одного одомашненного животного, у которого не были бы выведены разновидности, более или менее сильно отличающиеся от родительского стада. Итак, как это было достигнуто? Очевидно, что путем сохранения посредством селекции кажущихся случайными вариаций. Таким образом, один всадник, постоянно отбирая животных, которые "случайно" обладают правильным телосложением и выносливостью, в конце концов развивает расу беговых лошадей; в то время как другой всадник, выбрав другую серию предков, вывел расу медлительных, тяжеловозных животных.

Пока все идет хорошо; сохранение "случайных" вариаций путем селективного разведения явно является средством, с помощью которого могут быть выведены расы, сильно отличающиеся от своей первоначальной родительской формы. Но это происходит под наблюдением и руководством человека. Каким процессом мог быть вызван такой отбор среди существ в естественном состоянии? Здесь, несомненно, была загадка, и она должна быть решена, прежде чем можно будет сделать еще один шаг в этом направлении.

Ключ к решению этой головоломки пришел Дарвину в голову, когда он случайно прочитал знаменитое эссе о "Народонаселении", опубликованное Томасом Робертом Мальтусом почти полвека назад. В этом эссе, излагающем идеи, отнюдь не оригинальные исключительно Мальтуса, подчеркивается тот факт, что организмы имеют тенденцию увеличиваться в геометрической прогрессии в течение последующих поколений и, следовательно, перенаселили бы землю, если бы их каким-то образом не держали в узде. Обдумывая эту мысль, Дарвин по-новому взглянул на процессы природы. Он видел, что в силу этой тенденции каждой расы существ к перенаселению земли весь органический мир, животный и растительный, должен находиться в состоянии постоянной резни и борьбы, индивидуум против индивидуума, борясь за пропитание и жизнь.

Если представить себе эту идею полностью, становится ясно, что в природе постоянно действует избирательное влияние, поскольку лишь относительно небольшое количество особей из каждого поколения могут достичь зрелости, и эти немногие, естественно, должны быть наиболее приспособлены к борьбе с особыми обстоятельствами, в которых они оказались. Другими словами, особями, наиболее приспособленными к окружающей среде, в среднем будут те, которые достигают зрелости и производят потомство. Этому потомству будут переданы

благоприятные особенности. Таким образом, эти особенности станут постоянными, и природа достигнет именно того, чего, как считается, должен достичь человек-селекционер. Допустим, что организмы в естественном состоянии отличаются друг от друга, пусть и незначительно (что несомненно), и что такие вариации будут передаваться родителем своему потомству (в чем никто тогда не сомневался); допустим, далее, что между различными организмами идет непрерывная борьба, так что лишь небольшая часть может достичь зрелости — допустим это, сказал Дарвин, и мы получим объяснение сохранения вариаций, которое ведет к трансмутации самих видов.

Этой замечательной точки зрения Дарвин достиг к 1839 году. Вот полный план его теории; вот идеи, которые впоследствии были воплощены в привычной речи во фразах "спонтанная изменчивость" и "выживание наиболее приспособленных" посредством "естественного отбора". После такого открытия любой обычный человек сразу же побежал бы, так сказать, по улицам науки с криком "Эврика!" Не то что Дарвин. Он положил рукописный набросок своей теории в портфель и продолжил собирать факты, имеющие отношение к его открытию. В 1844 году он сделал аннотацию в рукописной книге массы накопленных к тому времени фактов. Он показал его своему другу Хукеру, позаботился о его публикации на случай своей внезапной смерти, затем убрал его в свой стол и продолжил сбор дополнительных данных. Это была невзорвавшаяся пороховая мина, о которой я только что упоминал.

Прошло еще двенадцать лет — лет, в течение которых молчаливый труженик собрал огромную массу фактов, ответил на множество возражений, возникших в его собственном уме, значительно укрепил свою теорию. Все это время труженик был инвалидом, не знавшим ни дня свободного от болезни и дискомфорта, вынужденным беречь свои силы, никогда не способным работать больше полутора часов подряд; и все же он совершил то, что было бы огромным достижением для полудюжины людей с крепким здоровьем. Два друга из числа выдающихся ученых того времени знали о его трудах — сэр Джозеф Хукер, ботаник, и сэр Чарльз Лайелл, геолог. Постепенно Хукер стал более чем наполовину сторонником взглядов Дарвина. Лайель по-прежнему был настроен скептически, но все же убедил Дарвина опубликовать свою теорию без дальнейших промедлений, чтобы его не опередили. Наконец, терпеливый работник решил последовать этому совету и в 1856 году приступил к работе, чтобы составить еще одно, более полное резюме массы собранных им данных.

И тут произошла странная вещь. После того, как Дарвин проработал над своим "рефератом" около двух лет, но до того, как он опубликовал хоть строчку из него, однажды к нему пришла рукопись статьи, присланная на его одобрение другом-натуралистом по имени Альфред Рассел Уоллес, который некоторое время работал на Ост-Индском архипелаге. Он прочитал статью и, к своему изумлению, обнаружил, что в ней содержится краткое изложение той же теории "естественного отбора", которую он сам разработал и над которой работал в течение двадцати лет. Работая независимо, на противоположных концах земного шара, Дарвин и Уоллес пришли к одному и тому же объяснению причины трансмутации видов. "Если бы статья Уоллеса была аннотацией к моей неопубликованной рукописи 1844 года, - сказал Дарвин, - она не смогла бы лучше выразить мои идеи".

Здесь возникла дилемма. Опубликовать эту статью без единого слова от Дарвина означало бы отдать Уоллесу приоритет и лишить Дарвина заслуг перед открытием, которое он сделал за годы до того, как его соот-открыватель вошел в эту область. И все же, с другой стороны, мог ли

Дарвин достойно поступить иначе, чем опубликовать статью своего друга, а сам промолчать? Это было хорошо рассчитанное осложнение, чтобы испытать душу человека. Тест Дарвина был равен этому тесту. Прекрасно понимая щекотливость своего положения, он изложил все это своим друзьям Хукеру и Лайеллу, оставив решение о дальнейших действиях исключительно за ними. Излишне говорить, что эти великие люди сделали единственное, что обеспечило полную справедливость по отношению ко всем заинтересованным сторонам. Они посоветовали подготовить совместную публикацию, включающую, с одной стороны, статью Уоллеса, а с другой - краткое изложение идей Дарвина в том точном виде, в каком оно было изложено автором в письме Эйсе Грею в предыдущем году — краткое изложение, которое было в руках Грея еще до появления статьи Уоллеса. Это совместное произведение вместе с полным изложением фактов по делу было представлено Лондонскому линнеевскому обществу Хукером и Лайеллом вечером 1 июля 1858 года, когда, по странному совпадению, отмечалась двадцать первая годовщина того дня, когда Дарвин открыл свой дневник для сбора фактов, имеющих отношение к "вопросу о видах". Не часто еще в истории науки случалось, чтобы великая теория вынашивалась в мозгу ее автора в младенчестве и юности до полного совершеннолетия, прежде чем быть отправленной в мир.

Таким образом, фитиль, ведущий к большой пороховой шахте, был зажжен. Сам взрыв произошел более года спустя, в ноябре 1859 года, когда Дарвин, после тринадцати месяцев дальнейших усилий, завершил изложение своей теории, которая сначала была начата как реферат для Линнеевского общества, но которая выросла до размеров самостоятельного тома, несмотря на его усилия по обобщению, и которой было присвоено это вечно знаменитое название "Происхождение видов посредством естественного отбора, или сохранение привилегированных рас в борьбе за жизнь". И какой это был взрыв! Совместный документ 1858 года вызвал кратковременную вспышку, заставив слушателей, как сказал Хукер, "говорить об этом, затаив дыхание", но в остальном он не произвел никакой сенсации. Каков был результат, когда появилось само Происхождение, никому из нашего поколения рассказывать не нужно. Грохот и рев, которые это вызвало в интеллектуальном мире, еще не совсем утихли после более чем сорока лет эха.

НОВЫЕ ЧЕМПИОНЫ

Таким образом, "Происхождению видов" и его автору Чарльзу Дарвину всегда следует приписывать главную заслугу в той огромной революции в фундаментальных верованиях нашей расы, которая произошла с 1859 года и которая сделала вторую половину столетия незабываемой. Но не следует упускать из виду, что такой внезапной метаморфозы не произошло бы, если бы не помощь нескольких известных лейтенантов, которые встали на сторону лидера сразу после публикации "Происхождения". Дарвин с самого начала был полон уверенности в окончательном триумфе своих идей. "Наши потомки, - заявил он в письме Хукеру, - будут удивляться нынешней вере (в особое творение) не меньше, чем мы удивляемся тому, что ископаемые раковины считались созданными такими, какими мы их видим сейчас". Но он полностью осознавал, что для нынешнего успеха его теории трансмутации первенство нескольких лидеров науки было совершенно необходимо. Он чувствовал, что если бы ему удалось обратить в свою веру Хукера, Лайелла и Томаса Генри Хаксли сразу, все было бы хорошо.

Его успех в этом отношении, как и в других, превзошел его ожидания. Хукер был горячим последователем, прочитав корректурные листы перед публикацией книги; Лайелл отрекся от своих прежних убеждений и присоединился к ним несколько месяцев спустя; в то время как Хаксли, как только он усвоил центральную идею естественного отбора, удивился, что столь простая, но всемогущая мысль так долго ускользала от него, а затем с энтузиазмом ринулся в бой, орудуя самым острым диалектическим клинком, который был обнажен за все время спора. Затем также были найдены неожиданные рекруты в лице сэра Джона Лаббока и Джона Тиндалла, которые с энтузиазмом перенесли войну на свои территории; в то время как Герберт Спенсер, который отстаивал доктрину трансмутации на философских основаниях за несколько лет до того, как Дарвин опубликовал "ключ к тайне" - и который сам едва избежал независимого открытия этого ключа — оказал свое огромное влияние на дело. В Америке знаменитый ботаник Эйза Грей, который долгое время был корреспондентом Дарвина, но от которого никто не ожидал защиты новой теории, стал ярким пропагандистом; в то время как в Германии Эрнст Генрих Геккель, молодой, но уже известный зоолог, с таким же энтузиазмом взялся за борьбу.

Против этих немногих отважных чемпионов — а кое-где и других, менее известных — с самого начала был ополчен практически весь христианский мир. Этот вопрос заинтересовал каждого разумного человека, независимо от его призвания, и тем более по мере того, как становилось все более и более ясно, насколько далеко простираются реальные основания доктрины естественного отбора. Вскоре стало ясно, что, если доктрина о выживании привилегированных рас в борьбе за существование победит, с ней должно произойти такое же радикальное изменение в оценке человеком своего собственного положения, какое произошло в тот день, когда усилиями Коперника и Галилея мир был свергнут со своего предполагаемого центрального положения во Вселенной. Все консервативное большинство человечества с ужасом отшатнулось от этой необходимости. И это консервативное большинство включало в себя не только непрофессионалов, но и подавляющее большинство лидеров науки.

С другой стороны, среди непредубежденного меньшинства теория естественного отбора продвигалась семимильными шагами. Его восхитительная простота, из—за которой на первый взгляд он не казался ни новым, ни важным, в сочетании с поразительной полнотой его выводов, захватила воображение и обеспечила ему популярность там, где другие теории трансмутации видов были полностью отвергнуты. Люди, которые находили концепцию Ламарка об изменении посредством добровольного усилия смехотворной, а испарение Остатков - вообще презренным, люди, чьи научные предостережения удерживали их от дедуктивных аргументов Спенсера, жадно ухватились за этот осязаемый, вездесущий принцип естественного отбора и были ведомы все дальше и дальше к его цели. Час за часом отношение мыслящего мира к этому новому принципу менялось; никогда прежде столь великая революция не совершалась так внезапно.

И не только потому, что "времена созрели" или "умы людей подготовились к эволюции". Сам Дарвин свидетельствует, что это было не совсем так. Все те годы, в течение которых он обдумывал эту теорию, он расспрашивал своих друзей-ученых и не мог найти среди них ни одного, кто признавал бы доктрину трансмутации. Реакция с точки зрения Ламарка, Эразма Дарвина и Гете была полной, и когда Чарльз Дарвин признавал свое собственное убеждение, он всегда ожидал, что оно будет встречено насмешкой или презрением. В 1857 году в мире был только один человек, обладавший сколь-нибудь большим авторитетом, который открыто заявлял о вере в трансмутацию видов, — этим человеком был Герберт Спенсер. Но, как сказал

Хаксли, "Происхождение видов" произошло подобно вспышке во тьме, позволив находящемуся во мраке путешественнику увидеть путь. Десятки лет, в течение которых ее автор ждал и работал, были потрачены не зря. Дарвин стал, как он сам говорит, настоящим Крезом, "ошеломленным своим богатством фактов" — фактов зоологии, селективного искусственного разведения, географического распределения животных, эмбриологии, палеонтологии. Он собрал воедино факты о своей теории, сжал их и переосмыслил, пока его том в пятьсот страниц не превратился в энциклопедию по объему. За эти долгие годы размышлений он продумал почти все мыслимые возражения против своей теории, и в своей книге каждое такое возражение было изложено с предельной силой и откровенностью, вместе с таким ответом, который могли продиктовать имеющиеся в наличии факты. Именно сила тех двадцати лет усилий выдающегося ума пробила внезапную брешь в дыхании современной мысли.

Как только эта брешь была прорвана, завоевательная работа быстро продолжилась. День за днем вражеские отряды капитулировали и били по рукам. К тому времени, когда прошло еще двадцать лет, доктрина эволюции стала рабочей гипотезой научного мира. Революция свершилась.

И среди обломков мнений и верований выступает фигура Чарльза Дарвина, спокойного, невозмутимого, безмятежного; бесстрастного к насмешкам, оскорблениям; неиспорченного конечным успехом; незапятнанного в равной степени борьбой и победой — возьмите его за все в целом, за характер, за интеллект, за то, кем он был и что он сделал, возможно, самую сократическую фигуру века. Когда в 1882 году он умер, как друзья, так и враги признали, что один из величайших сынов человеческих отдохнул от своих трудов, и весь мир счел уместным, чтобы останки Чарльза Дарвина были захоронены в Вестминстерском аббатстве рядом с почетной могилой Исаака Ньютона. Мало было и тех, кто стал бы оспаривать справедливость оценки Хаксли своих достижений: "Он обнаружил, что великая истина поправа ногами. Поносимый фанатиками и высмеиваемый всем миром, он прожил достаточно долго, чтобы увидеть, что это, главным образом благодаря его собственным усилиям, прочно утвердилось в науке, неразрывно связано с обычными мыслями людей, и его ненавидят и боятся только те, кто хотел бы поносить, но не осмеливается".

ПРОИСХОЖДЕНИЕ НАИБОЛЕЕ ПРИСПОСОБЛЕННЫХ

Однако, какими бы широкими ни были последствия великой истины, установленной Дарвином и его коллегами, она оставляет совершенно нетронутой проблему происхождения тех "благоприятных вариаций", которыми она оперирует. То, что такие вариации обусловлены постоянными и детерминированными причинами, никто не понимал лучше Дарвина; но в своем первоначальном изложении своей доктрины он не делал никаких предположений относительно того, что это за причины. Он принял наблюдаемый факт вариации — что постоянно подтверждается, например, различиями между родителями и потомством — и пошел дальше, исходя из этого предположения.

Но как только была признана справедливость принципа естественного отбора, спекулянты начали искать объяснение тем вариациям, которые в целях аргументации были условно названы "спонтанными". Герберт Спенсер все время останавливался на этой фазе изучения предмета, излагая ламарковские концепции прямого влияния окружающей среды (идея, которая особенно понравилась Бюффону и Жоффруа Сент-Илеру) и усилий в ответ на окружающую среду и стимулы, модифицирующих индивидуальный организм и, таким образом,

обеспечивающих основу для действия естественного отбора. Геккель также стал сторонником этой идеи, и в настоящее время возникла так называемая школа неоламарксистов, которая приобрела особую силу и известность в Америке под руководством профессоров А. Хайатта и Э. Д. Коупа.

Но как раз в тот момент, когда общественное мнение резко повернулось в этом направлении, возникло совершенно неожиданное препятствие в виде теории профессора Августа Вейсмана, выдвинутой в 1883 году, которая противоречила концепции Ламарка (хотя и не касалась дарвинистской концепции, твердым сторонником которой является Вейсман), отрицая, что индивидуальные вариации, какими бы приобретенными они ни были зрелым организмом, передаются по наследству. Ажиотаж, вызванный этим опровержением, еще не совсем улегся, но последующие наблюдения, по-видимому, показывают, что он был совершенно непропорционален реальным существам дела. Несмотря на возражения профессора Вейсмана, баланс доказательств, по-видимому, свидетельствует в пользу точки зрения, что ламаркистский фактор приобретенных вариаций является дополнением к дарвиновскому фактору естественного отбора в осуществлении трансмутации видов.

Даже если это частичное объяснение того, что профессор Коуп называет "происхождением наиболее приспособленных", будет принято, все еще остается одна великая жизненная проблема, которую доктрина эволюции не затрагивает. Происхождение видов, родов, отрядов и классов существ путем бесконечных трансмутаций в некотором смысле объяснено; но как насчет первого члена этого длинного ряда? Откуда произошел тот первобытный организм, преобразованные потомки которого составляют существующие фауны и флоры земного шара?

Было время, вскоре после того, как доктрина эволюции получила огласку, когда некоторым авторитетным ученым казалось, что ответ на этот вопрос был дан экспериментальным путем. Возвращаясь к прежнему убеждению и повторяя некоторые более ранние эксперименты, директор Музея естественной истории в Руане М. Ф. А. Пуше пришел к выводу, что органические существа спонтанно образуются вокруг нас постоянно в ходе знакомых процессов гниения, которые, как было известно, происходят при участии микроскопических бактерий. Но в 1862 году Луи Пастер доказал, что это кажущееся самопроизвольное зарождение на самом деле связано с существованием микробов в воздухе. Несмотря на убедительность этих экспериментов, утверждения Пуше были возрождены в Англии десять лет спустя профессором Бастианом; но затем эксперименты Джона Тиндала, полностью подтвердившие результаты Пастера, окончательно опровергли утверждение о "самопроизвольном зарождении" в том виде, в каком оно формулировалось до сих пор.

На этом пока вопрос решается. Но это еще не конец. Здесь есть фауна и флора, и благодаря Ламарку, Уоллесу и Дарвину их развитие благодаря действию тех "вторичных причин", которые мы называем законами природы, было приблизительно объяснено. Низшие формы жизни были связаны с высшими непрерывными цепями происхождения. Между тем, благодаря усилиям химиков и биологов пропасть между неорганическим и органическим мирами, которая когда-то казалась почти бесконечной, постоянно сокращалась. Философия уже может перекинуть мост через этот разрыв. Но индуктивная наука, которая строит свои собственные мосты, еще не преодолела пропасть, какой бы незначительной она ни казалась. До тех пор, пока это не будет сделано, мост органической эволюции не будет полностью завершен; и все же даже в том виде,

в каком он существует сегодня, это, возможно, самая грандиозная научная структура девятнадцатого века.

VII. МЕДИЦИНА ВОСЕМНАДЦАТОГО ВЕКА

СИСТЕМА БУРХААВЕ

По крайней мере, двое учеников Уильяма Харви отличились в медицине: Джорджио Багливи (1669-1707), которого называли "итальянским Сиденхемом", и Герман Бурхааве (1668-1738). Работа Багливи едва началась, как его ранняя смерть лишила жизни одного из самых многообещающих врачей начала восемнадцатого века. Как и Бурхааве, он представляет собой тип квалифицированного, практического клинициста, а не абстрактного ученого. Одним из его вкладов в медицинскую литературу является первое точное описание брюшного тифа, или, как он его называет, брыжеечной лихорадки.

Хотя бы потому, что Бурхааве всегда следует помнить как учителя фон Галлера, но в свое время он был самым известным и популярным преподавателем в медицинском мире. Он был кумиром своих учеников в Лейдене, которые стекались на его лекции в таком количестве, что пришлось "снести стены Лейдена, чтобы вместить их". Его слава распространилась не только по всей Европе, но и на Азию, Северную Америку и даже в Южную Америку. Письмо, отправленное ему из Китая, было адресовано "Бурхааве в Европе". Его учение отражает лучшие медицинские знания того времени, высокий стандарт морали и глубокое понимание ценности наблюдений; и именно благодаря таким учениям, переданным его ученикам и продвигаемым ими вперед, а не каким-либо новым открытиям, его имя имеет важное значение в истории медицины. Его расположение и классификация различных отраслей медицины интересны тем, что отражают отношение медицинской профессии к этим различным отраслям в то время.

"В первую очередь мы рассматриваем Жизнь; затем Здоровье, затем Болезни; и, наконец, несколько средств от них.

"Здоровье первая общая область медицины в наших учреждениях называется Физиологией, или Экономией животных; демонстрирует несколько частей человеческого тела с их механизмом и действиями.

"Вторая отрасль медицины называется Патологией, лечением болезней, их различий, причин и следствий или Симптомов; известно, что человеческое тело отличается от своего здорового состояния.

"Третья часть Физики называется Семиотикой, которая показывает признаки, различающие болезнь и здоровье, болезни и их причины в организме человека; в ней также указаны состояние и степени здоровья и болезней и предсказываются их будущие события.

"Четвертая общая область медицины называется Гигиеной, или Профилактикой.

"Пятая и последняя часть "Медицины" называется Therapeutica; в ней рассказывается о природе, приготовлении и использовании Materia Medica; а также о методах ее применения для лечения болезней и восстановления утраченного здоровья".(1)

Из этого мы можем заключить, что его общий взгляд на медицину мало чем отличался от нынешнего.

Доктрины Бурхаве были сведены в "систему" Фридрихом Гофманом из Галле (1660-1742), достоинство этой системы в том, что она проста и ее легче понять, чем многие другие. В этой системе силы считались присущими материи, выражающимися в механических движениях и определяемыми массой, числом и утяжелением. Точно так же силы выражают себя в теле движением, сокращением и расслаблением и т.д., и сама жизнь - это движение, "особенно движение сердца". Следовательно, жизнь и смерть - это механические явления, здоровье определяется регулярно повторяющимися движениями, а болезнь - их нерегулярностью. Тело - это просто большая гидравлическая машина, управляемая "эфиром" или "чувствительной душой", и главный центр этой души находится в продолговатом мозге.

При практическом применении лекарств к болезням Хоффман использовал простые средства, часто со счастливыми результатами, поскольку, какой бы ни была теория врача, у него редко хватает смелости следовать ей логически и использовать средства, указанные его теорией, исключая давно зарекомендовавшие себя, хотя, возможно, и чисто эмпирические, средства правовой защиты. Следовательно, многие туманные теоретики были отличными практиками, и Хоффман был одним из них. Некоторые из введенных им лекарств используются до сих пор, в частности эфирные спирты, или "обезболивающее Хоффмана".

АНИМИСТЫ, ВИТАЛИСТЫ И ОРГАНИЦИСТЫ

Помимо медицинской системы Хоффмана, в восемнадцатом веке существовало множество других, большинство из которых не имеют никакого значения; но, по крайней мере, три, которые возникли и исчезли в течение столетия, заслуживают более пристального внимания. Один из них, анимисты, прославился как главный представитель Георга Эрнста Шталь из "флогистона"; другой, виталистов, отстаивал Пол Жозеф Бартез (1734-1806); и третьим были органицисты. Этот последний, соглашаясь с двумя другими в том, что жизнедеятельность не может быть объяснена законами физики и химии, отличался тем, что верил не в то, что жизнь "обусловлена какой-то духовной сущностью", а скорее в структуру самого тела.

Анимисты учили, что душа выполняет функции обычной жизни в человеке, в то время как жизнь низших животных контролируется обычными механическими принципами. Шталь горячо, иногда яростно поддерживал эту теорию, временами заявляя, что "врачей больше нет, только механики и химики". Он отрицал, что химия имеет какое-либо отношение к медицине, и, в основном, отвергал анатомию как бесполезную для медика. Душа, считал он, была источником всего жизненного движения; и непосредственной причиной смерти была не болезнь, а прямое действие души. Когда из-за какого-либо повреждения или из-за того, что механизмы тела стали

неработоспособными, как в старости, душа покидает тело и наступает смерть. Душа обычно выбирает каналы кровообращения и сократительные органы в качестве пути воздействия на тело. Следовательно, при лихорадке пульс учащен из-за повышенной активности души, а конвульсии и спазматические движения при болезни происходят по той же причине. Предполагалось, что застой крови является основной причиной заболеваний, и предполагалось, что такие заболевания возникают в основном из-за "полнокровия" - важнейшего элемента в терапии Штала. Многие рассматривают эту теорию как попытку благочестивого Штала примирить медицину и теологию способом, удовлетворяющим как врачей, так и богословов, но, как и многие попытки примирения, она встретила яростное сопротивление как врачей, так и священников.

Вера в такую теорию естественным образом привела бы к простоте терапии, и в этом отношении, по крайней мере, Шталь был последователен. Поскольку душа знала о теле больше, чем мог знать любой врач, Шталь полагал, что вмешательство врача в прием сложных доз лекарства было бы скорее помехой, чем помощью. По мере того как он становился старше, этот взгляд на применение наркотиков укреплялся в нем, пока, отказавшись от хинина и, наконец, от опиума, он, наконец, не стал использовать при лечении своих пациентов только соль и воду. Из этого последнего мы можем судить, что его "система" если и не приносила много пользы, то, по крайней мере, приносила мало вреда.

Теория виталистов была тесно связана с теорией анимистов, и ее наиболее важный представитель, Пол Джозеф Бартез, был культурным и энергичным ученым. После насыщенной и разнообразной карьеры врача, солдата, редактора, юриста и философа он, в свою очередь, наконец вернулся в область медицины, был назначен Наполеоном врачом-консультантом в 1802 году и умер в Париже четыре года спустя.

Теория, которую он отстаивал, была основана на предположении, что существует "жизненный принцип", природа которого неизвестна, но который отличается от мыслящего разума и является причиной явлений жизни. Этот "жизненный принцип" отличался от души и проявлялся не только в людях, но даже в животных и растениях. Предполагалось, что эта сила, или как бы ее ни называли, присутствует повсюду в теле, и все болезни были ее результатом.

Теория органицистов, как и теория анимистов и виталистов, соглашалась с двумя другими теориями в том, что жизнедеятельность не может быть объяснена законами физики и химии, но, в отличие от них, она утверждала, что она является частью структуры самого организма. Естественно, практических врачей больше привлекала эта осязаемая доктрина, чем туманные теории, "которые превращали болезни в неизвестные расстройства по какому-то столь же неизвестному "принципу"".

Возможно, будет излишним включить это краткое описание этих трех медицинских школ в историю прогресса науки. Но, в целом, они были негативными, по крайней мере, заметными факторами в направлении истинного прогресса по его правильному руслу, показывая, какими путями не следует следовать. Кто-то сказал, что наука обычно выходит на правильный путь только после того, как натывается на все неправильные; и если это верно лишь отчасти, неправильные методы все равно играют заметную, если не очень похвальную роль. Таким образом, медицинские системы Уильяма Каллена (1710-1790) и Джона Брауна (1735-1788), хотя и мало что сделали для реального развития научной медицины, сыграли столь заметную роль в

столь широкой области, что "бруноновской системе", по крайней мере, следует уделить немного внимания.

Согласно теории Брауна, жизнь, болезни и методы лечения объясняются свойством "возбудимости". Предполагалось, что все возбуждающие способности являются стимулирующими, а очевидные изнуряющие эффекты некоторых были вызваны дефицитом количества стимула. Таким образом, "предполагалось, что все явления жизни, здоровья, так же как и болезни, состоят из стимулов и ничего больше". Эта теория вызвала большой переполох в медицинском мире, и повсюду появились приверженцы и противники. В Италии это было с энтузиазмом поддержано; в Англии этому решительно воспротивились; в то время как в Шотландии произошли беспорядки между противоборствующими группировками. Сейчас непонятно, почему эта система должна была вызвать какой-либо ажиотаж, будь то за или против нее.

Как и многие другие "теоретики" своего века, практические выводы Брауна, сделанные на основе его теории (или, возможно, вопреки ей), в целом были полезны для медицины, а некоторые из них чрезвычайно ценны при лечении болезней. Он первым выступил в защиту современных стимуляторов, или "диетического лечения" лихорадок, и первым признал полезность супов из животных продуктов и отвара из говядины при определенных заболеваниях.

СИСТЕМА ГАНЕМАНА

Как раз в конце столетия приобрела известность школа гомеопатии, которой было суждено оказать весьма существенное влияние на медицинскую практику и пережить все остальные школы восемнадцатого века. Он был основан Христианом Самуэлем Фридрихом Ганеманом (1755-1843), в высшей степени замечательным человеком, который, выдвинув в молодости теорию, которая была, по крайней мере, столь же разумной, как и большинство существующих теорий, имел несчастье пережить свою полезность и выставил свою доктрину на посмешище из-за неразумных учений своего слабоумия.

Ганеман отверг все учения о патологической анатомии и патологии как бесполезные на практике и предложил свою знаменитую "*similia similibus curantur*" — что все болезни должны излечиваться лекарствами, которые в здоровом состоянии вызывают симптомы, динамически сходные с лечимой болезнью. Если определенное лекарство вызывало головную боль при приеме здоровому человеку, то это лекарство было показано при головных болях и т.д. В настоящее время такая теория кажется достаточно грубой, но во второй половине восемнадцатого века почти любая теория была столь же хороша, как те, которые предлагали анимисты, виталисты и другие подобные школы. У него, безусловно, была очень похвальная особенность - введение простоты в использовании лекарств вместо сложных рецептов, которые тогда были в моде. Если бы Ганеман остановился на этом пункте, он не смог бы подвергнуться неоправданным насмешкам, которые с немалой справедливостью были навлечены на него его более поздними теориями. Но он выжил, выдвинув свою экстраординарную теорию "потенциальности" — что лекарства набирают силу, будучи разбавленными, — и свою еще более экстраординарную теорию о том, что все хронические заболевания вызваны либо чесоткой, сифилисом или грибковой болезнью, либо вызываются лекарствами.

В то время, когда была обнародована его теория потенциальных возможностей, медицинский мир сошел с ума от применения огромных доз сложных смесей лекарств, и любая реакция на это, несомненно, была улучшением. Короче говоря, ни одно лекарство вообще не было намного лучше огромных доз, используемых в обычной практике; и отсюда вытекало, по крайней мере, одно преимущество методов Ганемана. Вкратце, его теория заключалась в том, что если крепость настойки уменьшить до одной пятидесятой, а затем снова уменьшить до одной пятидесятой, и этот процесс повторять до тридцати таких разведений, то эффективность такого лекарства будет увеличиваться с каждым разведением, сам Ганеман предпочитал самое слабое, или, как он бы назвал это, самое сильное разведение. Абсурдность такой теории становится очевидной, когда становится понятно, что задолго до того, как какое-либо лекарственное средство было доведено до тридцатого разведения, его количество настолько уменьшилось, что его вообще невозможно взвесить, измерить или распознать как присутствующее в растворе любыми способами, известными химикам. Справедливо по отношению к современным последователям гомеопатии сказать, что, хотя большинство из них выступают за малые дозы, они не обязательно следуют учению Ганемана в этом отношении, полагая, что теория дозы "имеет не больше отношения к первоначальному закону излечения, чем теория псоры (зуда); и что это было одно из более поздних творений Ганемана".

Теория Ганемана о том, что все хронические заболевания вызываются либо чесоткой, либо сифилисом, либо фиговой бородавкой, больше не поддерживается его последователями, потому что ее так легко опровергнуть, особенно в случае с чесоткой. Ганеман учил, что три четверти всех заболеваний вызываются "поражением зудом", и все же задолго до него было продемонстрировано и может быть продемонстрировано в любое время, что зуд - это просто местное кожное заболевание, вызываемое мелким паразитом.

ДЖЕННЕР И ВАКЦИНАЦИЯ

Все достижения науки имеют отношение, близкое или отдаленное, к благополучию нашей расы; но остается приписать заключительному десятилетию восемнадцатого века открытие, которое по своей силе прямой и сиюминутной пользы для человечества превосходит любое другое открытие этой или любой предыдущей эпохи. Излишне говорить, что я имею в виду открытие Дженнером метода профилактики натуральной оспы путем прививки вирусом коровьей оспы. Ничуть не умаляет достоинства этого открытия тот факт, что среди крестьян Англии долгое время ходили слухи о профилактической силе случайной прививки. Такое смутное, бесполезное полужнание часто является предвестником плодотворного открытия.

Во всех смыслах открытие Дженнера было оригинальным и неповторимым. Ни один из методов, рассматриваемых как совершенный, ни в коем случае не был случайным. Это был триумф экспериментальной науки. Первооткрыватель был не новичком в научных исследованиях, а опытным наблюдателем, который долгое время обучался научным наблюдениям у не меньшего ученого, чем знаменитый Джон Хантер. В возрасте двадцати одного года Дженнер уехал в Лондон, чтобы продолжить свое медицинское образование, и вскоре после этого показал себя настолько достойным учеником, что в течение двух лет оставался членом семьи Хантера и его любимым учеником. Его пристрастие к науке и естественной истории вскоре привлекло внимание сэра Джозефа Бэнкса, который доверил ему подготовку зоологических образцов, привезенных экспедицией капитана Кука в 1771 году. Он выполнил эту задачу настолько

хорошо, что ему предложили должность натуралиста во второй экспедиции, но отказался от нее, предпочтя заняться своей профессией в родном городе Беркли.

Его многочисленные достижения и добродушный характер вскоре сделали его любимым как врачом, так и в обществе. Он был хорошим певцом, прекрасным скрипачом и флейтистом, а также очень успешным автором прозы и стихов. Но, несмотря на все свои профессиональные и общественные обязанности, он по-прежнему продолжал свои научные исследования, среди прочего, по инициативе Хантера сделал несколько тщательных наблюдений за спячкой ежей, результаты которых были представлены Королевскому обществу. Он также провел довольно обширные исследования геологических формаций и окаменелостей, найденных по соседству.

Еще в студенческие годы у Хантера его очень интересовало распространенное в сельских округах Глостершира поверье об антагонизме между коровьей оспой и натуральной оспой, согласно которому человек, перенесший коровью оспу, становится невосприимчивым к натуральной оспе. В разное время Дженнер упоминал эту тему в разговорах с Хантером, и он постоянно расспрашивал своих коллег-практикующих об их наблюдениях и мнениях по этому поводу. Однако Хантер был слишком поглощен другими занятиями, чтобы уделять этому вопросу серьезное внимание, а собратья Дженнера по профессии мало верили слухам, хотя такие слухи были достаточно распространены.

В это время широко практиковалась практика прививки для предотвращения оспы, или, скорее, предотвращения более тяжелых форм заболевания. При легкой форме заболевания было принято забирать часть вируса у пациента и делать прививку людям, которые никогда не болели этим заболеванием, вызывая у них аналогичную атаку. К сожалению, было много возражений против этой практики. У привитого пациента часто развивалась вирулентная форма заболевания, и он умирал; или, если он выздоравливал, даже после легкого приступа, он, скорее всего, был "изъязвлен" и обезображен. Но, возможно, хуже всего то, что пациент, получивший такую прививку, становился источником инфекции для других, и иногда случалось, что таким образом вызывались катастрофические эпидемии. Этот случай был в высшей степени запутанным, поскольку ужасное бедствие оспы постоянно висело над головой каждого человека, который еще не перенес ее и не выздоровел от нее. Практика прививки была введена в Англии леди Мэри Уортли Монтегю (1690-1762), которая видела, как это практикуется на Востоке, и которая объявила о своем намерении "внедрить это в Англии вопреки врачам".

Исходя из того факта, что определенные лица, обычно доярки, которые страдали коровьей оспой, по-видимому, были невосприимчивы к натуральной оспе, казалось бы, очень простым методом дедукции было бы обнаружить, что прививка от коровьей оспы была решением проблемы предотвращения заболевания. Но существовала и другая форма заболевания, которая, хотя и была очень похожа на коровью оспу и ее довольно часто путали с ней, не вызывала иммунитета. Смешение этих двух форм заболевания постоянно вводило в заблуждение исследования относительно возможности иммунизации любой из них против оспы, и смешение этих двух заболеваний на какое-то время заставило Дженнера усомниться в возможности этого. Однако после тщательных исследований он пришел к выводу, что существует разница в воздействии этих двух заболеваний, только одно из которых вызывает иммунитет к оспе.

"Существует болезнь, которой лошадь в силу своего состояния одомашнивания часто подвержена", - писал Дженнер в своей знаменитой статье о вакцинации. Кузнецы называют это

жиром. Это воспаление и припухлость пятки, сопровождающиеся вначале небольшими трещинами, из которых выделяется прозрачная жидкость, обладающая весьма своеобразными свойствами. Эта жидкость, по-видимому, способна вызывать заболевание в организме человека (после того, как она претерпела модификацию, о которой я сейчас расскажу), которое имеет настолько сильное сходство с оспой, что я считаю весьма вероятным, что она может быть источником этого заболевания.

"В этой молочной стране содержится огромное количество коров, и дойкой занимаются без разбора мужчины и служанки. Один из первых, будучи назначен накладывать повязки на пятки лошади, пораженной болезнью, о которой я упоминал, и не уделяя должного внимания чистоте, неосторожно принимает участие в доении коров, при этом некоторые частицы инфекционного вещества прилипли к его пальцам. В этом случае частослучается, что болезнь передается коровам, а от коров дояркам, которая распространяется по ферме до тех пор, пока большинство крупного рогатого скота и домашней прислуги не почувствуют ее неприятных последствий. Это заболевание получило название коровьей оспы. Оно появляется на сосках коров в виде пустул неправильной формы. При своем первом появлении они обычно бледно-голубого или, скорее, цвета, несколько приближающегося к багровому, и окружены воспалением. Эти пустулы, если не применять своевременное лечение, часто перерождаются в фagedенические язвы, которые доставляют чрезвычайно много хлопот. Животные становятся нездоровыми, и выделение молока значительно уменьшается. Теперь воспаленные пятна начинают появляться на различных частях рук домашних животных, занятых доением, а иногда и на запястьях, которые переходят в нагноение, сначала принимая вид небольших пузырьков, образовавшихся в результате ожога. Чаще всего они появляются вокруг суставов пальцев и на их конечностях; но какие бы части ни были поражены, если ситуация позволяет, поверхностные нагноения приобретают круглую форму с более приподнятыми краями, чем в центре, и цветом, отчетливо приближающимся к синему. Происходит рассасывание, и опухоли появляются в каждой подмышечной впадине. Поражается сердечно-сосудистая система, учащается пульс; появляются озноб, сменяющийся жаром, общая вялость и боли в пояснице и конечностях, сопровождающиеся рвотой. Голова болит, и у пациента время от времени даже начинается бред. Эти симптомы, различающиеся по степени выраженности, обычно продолжаются от одного дня до трех или четырех, оставляя изъязвленные язвы на руках, которые из-за чувствительности частей тела доставляют очень много хлопот и обычно медленно заживают, часто становясь фагогенными, как те, из-за которых они возникли. Во время прогрессирования болезни губы, ноздри, веки и другие части тела иногда покрываются язвами; но они, очевидно, возникают из-за того, что их небрежно потирают или царапают инфицированные пальцы пациента. Ни в одном случае, попавшем под мое наблюдение, никаких высыпаний на коже не последовало за уменьшением лихорадочных симптомов, за исключением одного, и в этом случае очень мало высыпаний появилось на руках: они были очень мелкими, ярко-красного цвета и вскоре исчезли, не достигнув зрелости, так что я не могу определить, имели ли они какую-либо связь с предыдущими симптомами.

Таким образом, болезнь переходит от лошади (насколько я понимаю) к соску коровы, а от коровы - к человеку.

"Различные болезнетворные вещества при попадании в организм могут вызывать эффекты, в некоторой степени сходные; но что делает вирус коровьей оспы настолько необычным, так это

то, что человек, пораженный таким образом, навсегда застрахован от заражения оспой, ни воздействие различных выделений, ни попадание вещества на кожу, вызывающее эту чуму".(2)

В 1796 году Дженнер сделал свою первую прививку веществом коровьей оспы, а два месяца спустя тому же субъекту была сделана прививка веществом оспы. Но, как и предсказывал Дженнер, приступа оспы не последовало. Хотя этот эксперимент полностью убедил его в том, что случай был окончательно доказан, он продолжил свои исследования, подождав два года, прежде чем опубликовать свое открытие. Затем, подкрепленный неоспоримыми доказательствами, он подарил это миру. Непосредственный эффект от его заявления, вероятно, никогда не имел себе равных в истории научных открытий, за исключением, возможно, единственного случая открытия анестезии. В Женеве и Голландии священнослужители выступали за практику вакцинации со своих кафедр; в некоторых латиноамериканских странах были организованы религиозные процессии для получения прививки; день рождения Дженнера отмечался как праздник в Германии; а первый ребенок, вакцинированный в России, был назван "Вакцинов" и получил образование за государственный счет. За шесть лет это открытие проникло в самые отдаленные уголки цивилизации; оно дошло даже до некоторых диких народов. И за несколько лет оспа превратилась из самой страшной из всех болезней практически в единственное заболевание, от которого была известна надежная и простая профилактика.

Почести осыпали Дженнера как в Старом, так и в Новом Свете, и даже Наполеон, непримиримый ненавистник англичан, был среди тех, кто чтит его имя. Однажды Дженнер обратился к императору с просьбой освободить некоторых англичан, задержанных во Франции. Петицию собирались отклонить, когда было упомянуто имя просителя. "Ах, - сказал Наполеон, - мы ни в чем не можем отказать этому имени!"

Нам, сегодняшним, трудно ясно представить себе величие триумфа Дженнера, поскольку мы можем лишь смутно осознавать, каким безжалостным и вездесущим бедствием была оспа для всех предыдущих поколений людей с начала истории. Несмотря на все попытки остановить его с помощью лекарств и прямых прививок, время от времени он охватывал землю как всепоглощающая эпидемия, и год за годом он уносил смертью десятую часть всех существ в христианском мире, что составляло его среднюю норму жертв. "От оспы и любви мало кто остается свободным", - гласила старая поговорка. Морщинистое лицо было почти таким же само собой разумеющимся сто лет назад, как гладкое сегодня.

Поэтому неудивительно, что мир с энтузиазмом воспринял открытие Дженнера. Не требовалось никаких уговоров, чтобы побудить большинство к испытанию; пассажиры горящего корабля не держатся в стороне от спасательных шлюпок. Богатые и бедные, высшие и низшие, искали помощи в вакцинации и благословляли имя своего избавителя. Из всех великих имен, которые были известны миру в последние дни столетия, пожалуй, не было другого, столь широко известного и столь единодушно почитаемого, как имя великого английского врача Эдварда Дженнера. Несомненно, не было другого человека, о котором потомки вспоминали бы с большей благодарностью.

VIII. МЕДИЦИНА ДЕВЯТНАДЦАТОГО ВЕКА

ФИЗИКАЛЬНЫЙ ДИАГНОЗ

Хотя Наполеон Бонапарт, Первый консул, не испытывал недостатка в самооценке, он, вероятно, не осознавал, что, выбирая врача для своих собственных нужд, он заметно влиял на прогресс медицинской науки в целом. Однако причина и следствие в человеческих делах устроены настолько странно, что этот простой поступок Первого консула возымел совершенно неожиданный эффект. Ибо избранный человек был представителем нового метода в медицинской практике, и слава, пришедшая к нему благодаря тому, что он был врачом Первого консула, а впоследствии и императора, позволила ему распространить этот метод способом, который иначе был бы невозможен. Отсюда косвенная, но красноречивая ценность выбора Наполеона для медицинской науки.

Врачом, о котором шла речь, был Жан Николя де Корвизар. Его новый метод не был чем-то более поразительным, чем ставшая уже знакомой процедура постукивания по грудной клетке пациента для получения звуков, указывающих на наличие внутри пораженных тканей. В наши дни это делается достаточно часто, но в начале века Корвизар и, возможно, некоторые из его учеников были, вероятно, единственными врачами в мире, которые прибегали к этой простой и полезной процедуре. Отсюда и удивление Наполеона, когда, посетив Корвизара, после некоторого недовольства другими своими врачами Пинелем и Порталом, его физическое состояние было допрошено таким странным образом. С характерной проницательностью Бонапарт увидел полезность этого метода, и врач, который таким образом попытался заменить догадки научным методом в диагностике заболеваний, сразу же завоевал расположение в его глазах и был назначен его постоянным медицинским консультантом.

За пятнадцать лет до этого Корвизар практиковал перкуссию, как называется метод простукивания грудной клетки, но так и не преуспел в том, чтобы убедить представителей профессии в его ценности. Следует добавить, что сам метод не был разработан Корвизаром, и французский врач ни на мгновение не претендовал на него как на свой собственный. Истинным зачинателем этой практики был немецкий врач Авенбрюггер, который опубликовал книгу об этом еще в 1761 году. Эта книга даже была переведена на французский, в то время язык международного общения повсюду, Розьер де ла Шассань из Монпелье в 1770 году; но никто, кроме Корвизара, похоже, не обратил никакого внимания ни на оригинал, ни на перевод. Однако все было совсем иначе, когда в 1808 году Корвизар перевел работу Авенбрюггера заново, со своими важными дополнениями.

"Я очень хорошо знаю, как мало репутации уделяется переводчикам и комментаторам, - пишет Корвизар, - и я мог бы легко возвыситься до звания автора, если бы заново разработал доктрину Авенбрюггера и опубликовал независимую работу по ударным инструментам. Однако таким образом я принес бы имя Авенбрюггера в жертву своему собственному тщеславию, чего я делать не желаю. Именно его и прекрасное изобретение, которое по праву принадлежит ему, я хочу вернуть к жизни".(1)

К этому времени началась реакция против метафизических методов в медицине, которые ранее были такими привлекательными; научный дух того времени давал о себе знать в медицинской практике; и это, в сочетании со славой Корвизара, принесло методу перкуссии немедленную и заслуженную популярность. Так была заложена основа метода так называемой физической диагностики, который является одним из краеугольных камней современной медицины.

Однако метод физической диагностики, практикуемый в наши дни, ни в коем случае не был завершен работой Корвизарта. Одна только перкуссия рассказывает гораздо меньше половины того, что можно узнать из органов грудной клетки при надлежащем опросе. Остальную часть истории можно узнать, только приложив само ухо к груди, прямо или косвенно. Каким бы простым это ни казалось, никто не думал практиковать это в течение нескольких лет после того, как Корвизарт показал ценность перкуссии.

Затем, в 1815 году, другой парижский врач, Рене Теофиль Гиацинт Лаэннек, почти случайно обнаружил, что звук сердцебиения можно удивительно слышать через бумажный цилиндр, приложенный к уху и к груди пациента. Следуя полученному таким образом намеку, Лаэннек заменил бумагу полым деревянным цилиндром и оказался в руках прибора, с помощью которого можно было слышать не только тоны сердца, но и шумы легких при дыхании с почти поразительной отчетливостью.

Возможность связать изменяющиеся грудные звуки с болезненными состояниями внутренних органов понравилась плодовитому уму Лаэннека как открывающая новые перспективы в терапии, которые он решил использовать в максимально возможной степени. Его связи с парижскими больницами дали ему все возможности в этом направлении, и его труды в последующие несколько лет послужили не только установлению ценности нового метода как вспомогательного средства для постановки диагноза, но и заложили основы науки патологической анатомии. В 1819 году Лаэннек опубликовал результаты своих трудов в работе под названием *Traite d'Auscultation Mediate*,⁽²⁾ работе, которая является одной из вех научной медицины. Под опосредованной аускультацией подразумевается, конечно, исследование грудной клетки с помощью маленького инструмента, о котором уже говорилось, инструмента, который, по мнению его создателя, вряд ли заслуживал названия, пока другие не стали применять к нему различные варварские названия, после чего Лаэннек решил назвать его стетоскопом, и это название сохранилось за ним до сих пор.

В последующие годы форма обычно используемого стетоскопа была изменена, а его ценность увеличена за счет бинаурикулярной насадки, а в самые последние годы было достигнуто дальнейшее улучшение за счет применения принципа телефонного аппарата; но основы аускультации с помощью стетоскопа были во многих деталях изложены Лаэннеком, и честь всегда должна принадлежать ему за то, что он предпринял один из самых длительных одиночных шагов, благодаря которым практическая медицина в нашем столетии приобрела право считаться рациональной наукой. Усилия Лаэннека стоили ему жизни, так как он умер в 1826 году от болезни легких, приобретенной в ходе его госпитальной практики; но еще до этого его слава была всемирной, а ценность его метода была признана во всем мире. Вскоре после этого, в 1828 году, еще один французский врач, Пиорри, усовершенствовал метод перкуссии, введя обычай постукивания не непосредственно по грудной клетке, а пальцем или маленькой металлической или твердой резиновой пластинкой, прижатой к грудной клетке, - короче говоря, опосредованное постукивание. Это позволило усовершенствовать методы физической

диагностики заболеваний грудной клетки во всех существенных аспектах; и с того дня и по сей день перкуссия и аускультация занимают неоспоримое место в обычном арсенале врача.

Вместе с новым методом физической диагностики в попытке заменить догадки знаниями появились исследования физиологов—экспериментаторов, в частности Маршалла Холла в Англии и Франсуа Маженди во Франции; и совместные усилия этих различных работников привели в настоящее время к отказу от тех суровых и часто иррациональных истощающих методов — кровопускания и тому подобного, - которые ранее доминировали в медицинской практике. Этой цели также в значительной степени способствовал "статистический метод", введенный Луи и его последователями; и к концу первой трети нашего столетия получила распространение идея о том, что область применения терапии заключается в оказании помощи природе в борьбе с болезнями, и что часто этого лучше достичь простыми средствами, чем героическими мерами, которые до сих пор считались необходимыми. Одним словом, научный эмпиризм начал завоевывать популярность в медицине в противовес метафизическим предубеждениям предыдущих поколений.

ПАЗИТАРНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ

Я только что упомянул тот факт, что Наполеон Бонапарт, как первый консул и как император, был жертвой болезни, которая заставила его обратиться за советом к самым выдающимся врачам Парижа. Современного человека немного шокирует, когда читаешь, что эти врачи, за исключением Корвизарта, диагностировали болезнь выдающегося пациента как "gale percutée" — то есть, выражаясь идиоматическим английским языком, "поразил зуд". Вряд ли нужно говорить, что ни один врачсегоднешнего дня не поставил бы столь необдуманный диагноз пациенту королевской крови. Если бы по какой-либо случайности уважаемый пациент был поражен чесоткой, проникательный врач тщательно скрыл бы этот факт за околичностями и приступил бы к искоренению болезни со всей поспешностью. То, что врачи Наполеона поступали иначе, свидетельствует о том, что в начале века рассматриваемая болезнь имела совершенно иной статус. В то время чесотка, вместо того чтобы быть самой плебейской болезнью, была, так сказать, придворной болезнью. Он пользовался таким распространением, как в высших, так и в низших кругах, что современная терапия совершенно отрицала его; и врачи того времени придавали ему фиктивное дополнительное значение, приписывая его влиянию существование почти любой малоизвестной болезни, которая попадала под их наблюдение. Еще долго после правления Наполеона Гейл продолжал с гордостью носить это звание. Например, обладающий богатым воображением доктор Ганеман без колебаний утверждал в качестве позитивной максимы, что три четверти всех болезней, которым подвержена плоть, на самом деле были не чем иным, как различными формами "последствий шторма".

Все это показывает, насколько легко притворщику в маске обманывать доверчивое человечество, поскольку ничто так четко не установлено в современных знаниях, как тот факт, что "последствия шторма" были просто названием, скрывавшим глубокое невежество; такой болезни не существует и никогда не существовало. Гейл сам по себе, конечно, является достаточно ощутимой реальностью, но это чисто местное заболевание кожи, вызванное совершенно определенной причиной, и тяжелые внутренние состояния, которые ранее приписывались ему, на самом деле не имеют с ним никакой причинно-следственной связи. Эта определенная причина, как теперь известно каждому, представляет собой не что иное, как

микроскопическое насекомое, которое поселилось на коже, зарылось в нее и устроилось там как дома. Убейте это насекомое, и болезни больше не будет; следовательно, для современного врача стало аксиомой, что зуд - это одно из трех или четырех заболеваний, которые он положительно способен вылечить, и притом очень быстро. Но совсем иначе обстояло дело с врачами первой трети нашего столетия, потому что для них причина болезни была абсолютной загадкой.

Это правда, что то тут, то там врач утверждал, что обнаружил насекомое, застрявшее в коже человека, страдающего зудом, и два или три раза выдвигалось утверждение, что это было причиной болезни, но такие взгляды были совершенно проигнорированы широкой общественностью, и в 1833 году в авторитетном медицинском трактате было заявлено, что "причина шторма абсолютно неизвестна". Но даже в это время, как ни странно, были некоторые невежественные непрофессионалы, которые постигли толику медицинских знаний, которые были утаены от узких кругов этой профессии. Как крестьяне Англии до Дженнера знали о целебной ценности коровьей оспы по сравнению с натуральной оспой, так и крестьянки Польши узнали, что досадное кожное заболевание, от которого они страдали, вызывалось почти невидимым насекомым, и, более того, научились извлекать вредное маленькое существо кончиком иглы. От них молодой человек из страны по имени Ф. Ренуччи узнал открытый секрет. Он передал его в Париж, когда отправился туда изучать медицину, и в 1834 году продемонстрировал его своему мастеру Алиберту. Этот врач, поначалу настроенный скептически, вскоре был убежден и сообщил об открытии медицинскому миру с авторитетом, который привел к раннему признанию.

Важность всего этого в данной связи заключается вовсе не в том, что оно дало ключ к методу лечения одной-единственной болезни. Эпохальным это открытие делает тот факт, что оно заронило в медицинские ряды совершенно новую идею — идею, которой в долгосрочной перспективе суждено стать настоящей бомбой, — идею о том, что крошечный и совершенно неожиданный паразит животного происхождения может быть причиной хорошо известного, широко распространенного и важного заболевания человека. Конечно, всю силу этой идеи можно было оценить только в свете более поздних знаний; но даже во время ее появления этого было достаточно, чтобы придать мощный импульс новым медицинским знаниям, основанным на микроскопических исследованиях, которые лишь недавно стали доступны благодаря изобретениям производителей линз. Новые знания прояснили один очень мутный медицинский вопрос и указали путь к прояснению многих других.

Почти в то же время, когда польский студент-медик демонстрировал чесоточного клеща в Париже, случилось, что, как ни странно, другой студент-медик, на этот раз англичанин, сделал аналогичное открытие, возможно, даже более важное. Действительно, это английское открытие на своих начальных стадиях немного предшествовало другому, поскольку именно в 1833 году студент, о котором идет речь, Джеймс Пейджет, интерн больницы Святого Варфоломея в Лондоне, препарируя мышечные ткани человека, обнаружил маленькие частички постороннего вещества, которые, когда их доставили профессору сравнительной анатомии Ричарду Оуэну, были признаны с помощью микроскопа коконом крошечного и доселе неизвестного насекомого. Оуэн назвал насекомое *Trichina spiralis*. После публикации открытия выяснилось, что похожие пятнышки наблюдались несколькими исследователями ранее, но никто ранее не подозревал или, во всяком случае, не демонстрировал их природу. Полная история трихины также не была опубликована в течение длительного времени после открытия Оуэна. Только в

1847 году американский анатом доктор Джозеф Лейди обнаружил цисты trichina в тканях свинины; и прошло еще около десяти лет после этого, прежде чем немецкие исследователи, главными среди которых были Лейкарт, Вирхов и Зенкер, доказали, что паразит проникает в организм человека при употреблении зараженной свинины и что он вызывает определенный набор симптомов болезни, которую до сих пор ошибочно принимали за ревматизм, брюшной тиф и другие недуги. Затем медицинский мир некоторое время был взбудоражен проблемой трихинеллеза; в некоторых частях Германии была учреждена государственная инспекция свинины; американская свинина была полностью исключена из Франции; и таким образом, вся эта тема привлекла внимание общественности. Но каким бы важным ни был паразит trichina, в конце концов, его наибольшее значение заключалось в той роли, которую он сыграл в привлечении внимания во время своего открытия в 1833 году к теме микроскопических паразитов в целом.

Десятилетие, последовавшее за этим открытием, было временем большой активности в изучении микроскопических организмов и микроскопических тканей, и такие люди, как Эренберг, и Хенле, и Бори Сен-Винсент, и Колликер, и Рокитански, и Ремак, и Дюжарден, расширяли границы знаний об этом новом предмете, приводя детали, на которые нельзя не сослаться здесь. Но венцом достижений того периода в этом направлении стало открытие, сделанное немцем Й. Л. Шенлейном в 1839 году, что очень распространенное и наиболее тревожное заболевание кожи головы, известное как фавус, на самом деле обусловлено присутствием и ростом на коже головы растительного организма микроскопических размеров. Таким образом, стало ясно, что не только животные, но и растительные организмы малоизвестных микроскопических видов имеют причинно-следственную связь с болезнями, от которых страдает человечество. Это знание о паразитах было еще одним большим шагом в направлении научного медицинского знания; но высоты, к которым это знание привело, не должны были быть измерены или даже признаны, пока другое поколение работников не вошло в эту область.

БЕЗБОЛЕЗНЕННАЯ ОПЕРАЦИЯ

Тем временем в совершенно другой области медицины развивались события, которые вскоре привели к открытию, имеющему для человечества большее непосредственное значение, чем любое другое открытие, сделанное за столетие, возможно, в любой другой области науки вообще. Это было открытие обезболивающей способности паров серного эфира, которые вдыхал пациент, перенесший хирургическую операцию. Это открытие было сделано исключительно в Америке, и оно стоит на удивление изолированно, поскольку, по-видимому, ни в одной другой стране умы не склонялись к нему даже смутно. Дэви в Англии действительно изобрел метод ингаляционного лечения и провел несколько интереснейших экспериментов пятьюдесятью годами ранее, и, несомненно, именно его эксперименты с газообразной закисью азота дали ключ к разгадке одному из американских исследователей; но это был единственный вклад предыдущих поколений в эту тему, и с начала века, когда Дэви обратил свое внимание на другие вопросы, никто не добился ни малейшего прогресса в том же направлении, пока американский дантист не возобновил исследование.

Ввиду продолжения, эксперименты Дэви заслуживают самого пристального внимания. Вот его собственный отчет о них, написанный в 1799 году:

"Сразу же после путешествия в сто двадцать шесть миль, во время которого я не спал предыдущей ночью, будучи сильно измотанным, я вдохнул семь кварт газообразной закиси азота в течение почти трех минут. Это вызвало обычные приятные эффекты и легкое мышечное движение. Я продолжал испытывать возбуждение в течение нескольких минут после этого, но через полчаса обнаружил, что не более и не менее измотан, чем до эксперимента. У меня была большая склонность ко сну.

Чтобы с уверенностью установить, способно ли более интенсивное действие закиси азота, совместимое с жизнью, вызвать слабость, я решил дышать этим газом в течение такого времени и в таких количествах, чтобы вызвать возбуждение, равное по продолжительности и превосходящее по интенсивности возбуждение, вызываемое сильным опьянением опиумом или алкоголем.

"Чтобы привыкнуть к волнению и постепенно переносить его, 26 декабря меня поместили в герметичный дыхательный бокс объемом около девяти с половиной кубических футов в присутствии доктора Кинглейка. После того как я выбрал ситуацию, в которой я мог с помощью изогнутого термометра, вставленного под мышку, и секундомера определить изменения моего пульса и животной температуры, в коробку бросили двадцать кварт закиси азота.

"В течение трех минут я не испытывал никаких изменений в своих ощущениях, хотя сразу после введения закиси азота ее запах и вкус были очень заметны. Через четыре минуты я начал ощущать легкий румянец на щеках и в целом рассеянное тепло в груди, хотя температура в коробке была не совсем 50 градусов.... Через двадцать пять минут животный жар достиг 100 градусов, пульс 124. Через тридцать минут было введено еще двадцать кварт газа.

"Теперь мои ощущения были приятными; у меня было в целом рассеянное тепло без малейшей влажности кожи, чувство возбуждения, подобное тому, которое вызывается небольшой дозой вина, и склонность к мышечным движениям и веселью.

"Через три четверти часа пульс был 104, а температура животного не 99,5 градусов, температура камеры 64 градуса. Приятные ощущения продолжали нарастать, пульс становился более частым и замедленным, пока примерно через час он не достиг 88, когда животный жар достиг 99 градусов. Было введено еще двадцать кварт воздуха. Теперь у меня было большое расположение к смеху, светящиеся точки, казалось, часто проплывали перед моими глазами, мой слух определенно стал острее, и я чувствовал приятную легкость и силу напряжения в своих мышцах. Через короткое время симптомы стали постоянными; дыхание было довольно затрудненным, и из-за большого желания действовать отдых был болезненным.

Теперь я вышел из бокса, пробыв в нем ровно час с четвертью. Через мгновение после этого я начал вдыхать двадцать кварт неразмешанной закиси азота. Почти сразу же возникло волнующее ощущение, распространяющееся от груди к конечностям. Я испытывал ощущение осязаемого расширения, доставляющее огромное удовольствие каждой конечности; мои видимые впечатления были ослепительными и, по-видимому, усиленными, я отчетливо слышал каждый звук в комнате и прекрасно осознавал свое положение. Постепенно, по мере усиления приятных ощущений, я потерял всякую связь с внешними вещами; череда ярких видимых образов быстро проносилась в моем сознании и была связана со словами таким образом, что вызывала совершенно новое восприятие.

"Я существовал в мире новых взаимосвязанных и по-новому модифицированных идей. Я теоретизировал; я воображал, что совершаю открытия. Когда я был выведен из этого полубредового транса доктором Кинглейком, который вынул пакет у меня изо рта, негодование и гордость были первыми чувствами, вызванными видом окружающих меня людей. Мои эмоции были восторженными и возвышенными, и в течение минуты я расхаживал по комнате совершенно независимо от того, что мне говорили. Когда ко мне вернулось мое прежнее душевное состояние, я почувствовал желание поделиться открытиями, которые я сделал в ходе эксперимента. Я попытался вспомнить идеи — они были слабыми и расплывчатыми; однако один набор терминов представился сам собой, и с самой глубокой верой и пророческим видом я воскликнул доктору Кинглейку: "Ничего не существует, кроме мыслей! — Вселенная состоит из впечатлений, идей, удовольствий и страданий".(3)

Из этого рассказа мы видим, что Дэви обезболил себя до такой степени, что потерял сознание окружающего, но не вышел из стадии возбуждения. Если бы доктор Кинглейк позволил ингаляционному мешочку остаться во рту Дэви еще на несколько мгновений, наступила бы полная бесчувственность. Как бы то ни было, Дэви, по-видимому, осознал, что чувствительность притуплена, поскольку он добавляет это поучительное предположение: "Поскольку закись азота при ее интенсивном действии, по-видимому, способна устранять физическую боль, ее, вероятно, можно с пользой использовать во время хирургических операций, при которых не происходит большого кровоизлияния".(4)

К сожалению, в то время никто не воспользовался этим предложением, а сам Дэви заинтересовался другими областями науки и никогда не возвращался к своим физиологическим исследованиям, таким образом, едва не пропустив одно из величайших открытий во всей области науки. В последующем поколении, похоже, никому и в голову не пришло проверить предложение Дэви, и хирурги Европы единодушно признали, что следует полностью отказаться от всякой надежды найти средство сделать операции безболезненными — что хирургический нож навсегда должен остаться синонимом медленной и неопишуемой пытки. По странному совпадению случилось так, что сэр Бенджамин Броуди, признанный лидер английских хирургов, публично выразил это как свое взвешенное, хотя и выражающее сожаление мнение в то время, когда поиски, которые он считал тщетными, уже привели к самому блестящему успеху в Америке, и в то время как объявление об открытии, которое тогда не было передано по трансатлантическому кабелю, фактически было на пути в Старый Свет.

Упомянутым только что американским стоматологом, который был, за одним исключением, которое следует отметить сейчас, первым человеком в мире, который понял, что введение определенного препарата может сделать хирургическую операцию безболезненной, и дал этому убеждению практическое применение, был доктор Гораций Уэллс из Хартфорда, штат Коннектикут. Препаратом, с которым он экспериментировал, была закись азота — та же самая, которую использовал Дэви; операция, которую он сделал безболезненной, была не более важна, чем удаление зуба, — но этого было достаточно, чтобы обозначить принцип; годом эксперимента был 1844.

Однако эксперименты доктора Уэллса, хотя и были важными, не были достаточно убедительными, чтобы привлечь к этому вопросу внимание медицинского мира. Препарат, с которым он экспериментировал, не всегда оказывался надежным, и сам он, похоже, в конечном счете отказался от этого дела или, по крайней мере, ослабил свои усилия. Но тем временем

друг, которому он поделился своими убеждениями и ожиданиями, взялся за это дело и с неослабным рвением проводил эксперименты, которым было суждено привести к более ощутимым результатам. Этим другом был другой дантист, доктор У. Т. Г. Мортон из Бостона, в то время молодой человек, полный юношеской энергии и энтузиазма. Он, по-видимому, почувствовал, что препарат, с которым экспериментировал Уэллс, был не самым подходящим для этой цели, и поэтому в течение нескольких месяцев он экспериментировал с другими родственными препаратами, пока, наконец, не наткнулся на серный эфир и с его помощью смог проводить эксперименты на животных, а затем на пациентах в стоматологическом кресле, которые показали ему абсолютно показательными.

Полный горячего энтузиазма и абсолютно уверенный в своих результатах, он сразу же отправился к доктору Дж. К. Уоррену, одному из ведущих хирургов Бостона, и попросил разрешения провести решающую проверку своего открытия на одном из пациентов бостонской больницы во время тяжелой операции. Просьба была удовлетворена; испытание было проведено 16 октября 1846 года в присутствии нескольких ведущих хирургов города и группы студентов-медиков. Пациент спокойно спал, пока действовал нож хирурга, и, проснувшись, с изумлением понял, что испытание закончилось. Невозможное, чудесное было совершено.(5)

Так быстро, как только мог пар, — достаточно медленно, как нам показалось бы сегодня, — новость разнеслась по всему миру. Это было воспринято в Европе с недоверием, которое исчезло перед повторными экспериментами. Хирурги не хотели верить, что эфир, препарат, долгое время занимавший место в подчиненном арсенале врача, может совершить такое чудо. Но скептицизм рассеялся перед тестами, которые мог провести любой хирург и которые хирурги всего мира провели в течение следующих нескольких недель. Затем последовали продолжительные протесты нескольких хирургов, особенно некоторых парижан, о том, что болевой шок полезен пациенту, следовательно, анестезия — как доктор Оливер Уэнделл Холмс окрестил новый метод — является процедурой, которую не следует рекомендовать. Тогда же со многих кафедр раздались громкие возгласы о том, что боль дана Богом, и, следовательно, по моральным соображениям, за нее следует цепляться, а не отрекаться. Но протесты допотопных как в больнице, так и за кафедрой быстро утихли; ибо вскоре стало ясно, что пациент, который не испытал болевого шока во время операции, оправился лучше, чем тот, кто так страдал, в то время как все человечество за пределами кафедры взывало к позору духу, который обрекает человечество на ненужные мучения. И вот в течение нескольких месяцев после той первой операции в Бостонском госпитале в 1846 году эфир успешно победил боль во всем цивилизованном мире. Только при самом активном использовании воображения мы можем в наши дни осознать весь смысл этой победы.

Остается добавить, что в последующих спорах по поводу открытия — таких спорах, которые следуют за каждым большим достижением, — два других имени привлекли к себе внимание как участники славы нового метода. Оба они были американцами — один, доктор Чарльз Т. Джексон, из Бостона; другой, доктор Кроуфорд В. Лонг, из Алабамы. Что касается доктора Джексона, то достаточно сказать, что он, по-видимому, имел некоторое смутное представление об особых свойствах эфира еще до открытия Мортон. Он даже предложил Мортону использовать этот препарат, не зная, что Мортон уже пробовал его; но это в полной мере отражает его причастность к открытию. Следовательно, ясно, что требование Джексона о равной доле с Мртоном в открытии было необоснованным, если не сказать абсурдным.

Участие доктора Лонга в этом деле было совершенно иным и в целом почетным. По одному из тех совпадений, которые так часто встречаются в истории открытий, он экспериментировал с эфиром в качестве средства, уничтожающего боль, одновременно с Мортоном, хотя ни тот, ни другой даже не подозревали о существовании другого. Будучи студентом-медиком, он однажды вдохнул эфир для опьяняющего эффекта, как это обычно делали другие студенты-медики, и, находясь частично под воздействием наркотика, заметил, что случайный удар по голени был безболезненным. Это натолкнуло его на мысль, что эфир можно использовать при хирургических операциях; и в последующие годы, в ходе своей практики в маленьком городке Джорджии, он успешно воплотил эту идею в жизнь. По-видимому, нет никаких сомнений в том, что он провел успешные небольшие операции под действием эфира примерно за два или три года до окончательной демонстрации Мортоном; следовательно, заслуга первого применения препарата, или вообще любого препарата, таким образом, принадлежит ему. Но, к сожалению, доктор Лонг не вполне доверял доказательствам своих собственных экспериментов. Как раз в то время медицинские журналы были полны отчетов об экспериментах, в которых, как утверждалось, безболезненные операции проводились с помощью практики гипноза, и доктор Лонг опасался, что его собственный успех может быть обусловлен случайным гипнотическим воздействием, а не лекарством. Поэтому он отложил объявление о своем очевидном открытии до тех пор, пока у него не появится возможность для дальнейших тестов — а такие возможности у сельского практикующего врача представляются не каждый день. И пока он ждал, Мортон опередил его, и об открытии стало известно всему миру без его помощи. Именно истинная научная осторожность побудила доктора Лонга к этой отсрочке, но осторожность стоила ему чести, которая в противном случае могла бы принадлежать ему, — дать миру одно из величайших благословений — осмелимся ли мы, возможно, сказать, самое великое? - которое наука когда-либо даровала человечеству.

Через несколько месяцев после того, как использование эфира стало повсеместным, шотландский хирург сэр Дж.И. Симпсон (6) обнаружил, что другой препарат, хлороформ, можно вводить с аналогичным эффектом; что он действительно во многих случаях вызывает анестезию даже с большим преимуществом, чем эфир. С того дня и по сей день хирурги более или менее разделились во мнениях относительно относительных достоинств двух препаратов; но этот факт, конечно, не имеет никакого отношения к достоинству первого открытия метода анестезии. Даже если бы впоследствии какой-нибудь другой препарат полностью вытеснил эфир, честь открытия благотворного метода анестезии никоим образом не была бы умалена. И, несмотря на все придирки, однозначно установлено, что человеком, подарившим миру этот метод, был Уильям Т. Г. Мортон.

ПАСТЕР И МИКРОБНАЯ ТЕОРИЯ БОЛЕЗНЕЙ

Открытию анестезирующего действия лекарств было суждено в настоящее время, в дополнение к его прямой пользе, оказать большую помощь в прогрессе научной медицины, облегчив те экспериментальные исследования на животных, от которых до введения анестезии отказывались многие гуманные врачи и которые в последние годы привели к открытиям, имеющим столь неоценимую ценность для человечества. Но на данный момент эта возможность была совершенно отодвинута на второй план прямыми преимуществами анестезии, и большие успехи, достигнутые научной медициной в течение первых пятнадцати лет после открытия Мортон, в основном не зависели от такой помощи. Действительно, эти шаги были предприняты в области, которая на первый взгляд может показаться имеющей очень

слабое отношение к медицине. Более того, главный работник в этой области сам не был врачом. Он был химиком, и работа, которой он сейчас занимался, заключалась в изучении алкогольного брожения в винных настойках. И все же эти исследования проложили путь к самым важным достижениям медицины за все столетия в направлении истинной науки; и этому человеку больше, чем какому-либо другому отдельному человеку - можно даже сказать, больше, чем всем другим людям, — был обязан этот замечательный прогресс. Почти излишне добавлять, что имя этого замечательного химика было Луи Пастер.

Исследования ферментации, к которым Пастер приступил в 1854 году, были направлены на разрешение полемики, которая с разной степенью активности велась в научном мире в течение четверти века. Еще в тридцатые годы, во времена раннего энтузиазма по поводу усовершенствованного микроскопа, возник новый интерес к мельчайшим формам жизни, которые впервые описали Левенгук и некоторые другие ранние исследователи линз и которые, как теперь было показано, распространены почти повсеместно. Эти мельчайшие организмы были более или менее изучены множеством наблюдателей, но в особенности французом Каньяром Латуром и известным немцем в области клеточной теории Теодором Шванном. Эти люди, работая независимо, примерно в 1837 году пришли к выводу, что микроорганизмы играют гораздо более важную роль в хозяйстве природы, чем кто-либо ранее предполагал. Они утверждали, например, что мельчайшие частички, которые в значительной степени составляют вещество дрожжей, являются живыми растительными организмами и что рост этих организмов является причиной важного и знакомого процесса брожения. Они даже пришли к выводу, по крайней мере, в предварительном порядке, что несколько схожие микроорганизмы, обнаруживаемые во всех разлагающихся веществах, животных или растительных, имеют причинно-следственную связь с процессом гниения.

Эта точка зрения, особенно относительно природы гниения, была выражена еще более откровенно немного позже французским ботаником Тюрпеном. Взгляды, получившие такую поддержку, естественно, приобрели последователей; столь же естественно, что столь радикальное нововведение встретило противодействие. В данном случае случилось так, что один из самых выдающихся научных умов того времени, Либих, занял твердую и агрессивную позицию против новой доктрины. В 1839 году он обнародовал свою знаменитую доктрину брожения, в которой решительно выступал против любого "виталистического" объяснения явлений, утверждая, что присутствие микроорганизмов в бродящих и разлагающихся веществах было просто случайным и ни в коем случае не причинным. Это мнение великого немецкого химика было в определенной степени подтверждено экспериментами его соотечественника Гельмгольца, чьи более ранние эксперименты подтвердили, но более поздние опровергли наблюдения Шванна, и этот объединенный авторитет нанес виталистической концепции удар, от которого она не оправилась в то время, когда Пастер вступил в эту область. Действительно, в настоящее время считается устоявшимся тот факт, что первые исследователи этого предмета значительно переоценили важность микроорганизмов.

И поэтому для большинства ученых того времени это стало новым откровением, когда в 1857 году и в последующие полдесятилетия Пастер опубликовал результаты своих исследований, в которых этот вопрос подвергся серии совершенно новых тестов и был недвусмысленно продемонстрирован.

Он доказал, что микроорганизмы делают все, о чем подозревали его самые одаренные воображением предшественники, и даже больше. Он доказал, что без них не было бы ни брожения, ни гниения — никакого распада каких-либо тканей, за исключением медленного процесса окисления. Это микроскопическое дрожжевое растение, которое, захватывая определенные атомы молекулы, высвобождает оставшиеся атомы в виде углекислоты и спирта, вызывая таким образом брожение; это другое микроскопическое растение - бактерия, как окрестил ее Дивейн, - которое аналогичным образом вызывает разрушение органических молекул, вызывая состояние, которое мы называем гниением. Пастер показал, к изумлению биологов, что существуют определенные формы этих бактерий, которые добывают кислород, необходимый всей органической жизни, не из воздуха, а путем расщепления нестабильных молекул, в которых соединен кислород; короче говоря, гниение имеет свою основу в деятельности этих так называемых анаэробных бактерий.

Одним словом, Пастер показал, что все многие известные процессы разложения органических тканей являются, по сути, формами ферментации и вообще не имели бы места, если бы не присутствие живых микроорганизмов. Например, кусок мяса, подвешенный в атмосфере, свободной от микробов, будет постепенно высыхать без малейших признаков гниения, независимо от температуры или других условий, которым он мог подвергаться. Давайте станем свидетелями одной или двух серий таких экспериментов, представленных самим Пастером в одном из его многочисленных докладов Академии наук.

ЭКСПЕРИМЕНТЫ С ВИНОГРАДНЫМ САХАРОМ

"В ходе дискуссии, которая проходила в Академии на тему образования так называемых ферментов в собственном смысле этого слова, было много сказано о вине, самом древнем из известных брожений. По этой причине я решил опровергнуть теорию месье Фреми решающим экспериментом, проведенным исключительно с виноградным соком.

Я приготовил сорок колб вместимостью от двухсот пятидесяти до трехсот кубических сантиметров и наполнил их наполовину фильтрованным виноградным суслом, совершенно прозрачным, которое, как и в случае со всеми подкисленными жидкостями, прокипяченными в течение нескольких секунд, остается незагрязненным, хотя изогнутое горлышко колбы с ним остается постоянно открытым в течение нескольких месяцев или лет.

"В небольшом количестве воды я вымыла часть виноградной грозди, виноград и плодоножки вместе, а плодоножки отдельно. Это мытье было легко произведено с помощью маленькой щетки из барсучьей шерсти. Промывочная вода собирала пыль с поверхности винограда и плодоножек, и под микроскопом было легко показано, что эта вода содержала во взвешенном состоянии множество мельчайших организмов, очень похожих либо на споры грибов, либо на споры спиртовых дрожжей, либо на споры *Mycoderma vini* и т.д. После этого десять из сорока колб были сохранены для справки; в десять оставшихся через прямую трубку, прикрепленную к каждой, было добавлено несколько капель промывочной воды; в третий ряд из десяти колб было добавлено несколько капель той же жидкости после того, как она была вскипячена; и, наконец, в десять оставшихся колб было добавлено несколько капель виноградного сока, полученного из внутренностей отборного плода. Чтобы провести этот эксперимент, прямую трубку из каждой колбы вытянули в тонкую и твердую точку в лампе, а затем изогнули. Этот тонкий и заостренный кончик был закруглен ближе к концу и вставлен в виноградину, опираясь на какое-то твердое вещество. Когда почувствовалось, что острие касается опоры виноградины,

оно было слегка надавлено на отметку надреза. Затем, если была предпринята осторожность, чтобы создать небольшое разрежение в колбе, в нее попала капля виноградного сока, опиленное место было удалено, и отверстие в спиртовой лампе немедленно закрылось. Это пониженное давление атмосферы в колбе было получено следующим образом: после нагревания стенок колбы либо в руках, либо в пламени лампы, что привело к вытеснению небольшого количества воздуха из конца изогнутого горлышка, этот конец закрывали в лампе. После охлаждения колбы наблюдалась тенденция к всасыванию капли виноградного сока только что описанным способом.

Капля виноградного сока, попадающая в колбу при таком всасывании, обычно остается в изогнутой части трубки, так что для смешивания ее с суслом необходимо было наклонить колбу так, чтобы сусло соприкоснулось с соком, а затем вернуть колбу в ее обычное положение. Четыре серии сравнительных экспериментов дали следующие результаты:

"В первых десяти колбах с виноградным суслом, прокипяченным на чистом воздухе, не было обнаружено продукции какого-либо организма. Виноградное сусло, возможно, могло оставаться в них неопределенное количество лет. Те, что были во второй серии, содержали воду, в которой виноград был промыт по отдельности и вместе, без исключения демонстрировали алкогольное брожение, которое в нескольких случаях начинало проявляться по истечении сорока восьми часов, когда эксперимент проводился при обычной летней температуре. В то же время, когда появились дрожжи в виде белых следов, которые мало-помалу объединились в виде налета на стенках всех колб, было замечено образование маленьких чешуек мицелия, часто в виде отдельных грибовидных наростов или в комбинации, причем эти грибовидные наросты были совершенно независимы от сусла или каких-либо спиртовых дрожжей. Часто также микодермия вина появлялась через несколько дней на поверхности жидкости. Собственно так называемые вибри и молочнокислые ферменты не появились из-за природы жидкости.

"Третья серия колб, промывочная вода в которых была предварительно прокипячена, осталась неизменной, как и в первой серии. Те из четвертой серии, в которых использовался сок внутренней части винограда, также не подверглись изменениям, хотя мне не всегда удавалось, из-за деликатности эксперимента, исключить любую возможность ошибки. Эти эксперименты не могут оставить ни малейшего сомнения в уме относительно следующих фактов:

"Виноградное сусло после нагревания никогда не бродит при контакте с воздухом, когда воздух очищен от микробов, которые оно обычно удерживает во взвешенном состоянии.

"Вареное виноградное сусло бродит, когда в него добавляется очень небольшое количество воды, в которой была вымыта поверхность винограда или его плодоножки.

"Виноградное сусло не бродит, если эту промывочную воду прокипятить, а затем охладить.

"Виноградное сусло не бродит, если в него добавить небольшое количество сока из внутренней части винограда.

"Следовательно, дрожжи, вызывающие брожение винограда в бочках для сбора винограда, поступают снаружи, а не изнутри винограда. Таким образом, разрушается гипотеза Мм. Трекол и Фреми, которые предположили, что белковое вещество трансформировалось в дрожжи благодаря жизненно важным микробам, которые были естественны для него. Следовательно, с

большим основанием больше не возникает вопроса о теории Либиха о превращении альбуминоидного вещества в ферменты в результате окисления".

ПОСТОРОННИЕ ОРГАНИЗМЫ И ПИВНОЕ СУСЛО

"Метод, которому я только что последовал, - продолжает Пастер, - чтобы показать, что существует взаимосвязь между болезнями, вызванными пивом, и определенными микроскопическими организмами, как мне кажется, не оставляет места для сомнений в отношении принципов, которые я излагаю.

"Каждый раз, когда микроскоп выявляет в закваске, и особенно в активных дрожжах, образование организмов, чуждых собственно так называемым алкогольным дрожжам, вкус пива оставляет желать лучшего, много или мало, в зависимости от количества и характера этих маленьких микробов. Более того, когда готовое пиво хорошего качества со временем теряет свой приятный вкус и становится кислым, можно легко доказать, что алкогольные дрожжи, отложившиеся в бутылках или бочках, хотя и изначально чистые, по крайней мере на вид, постепенно загрязняются этими нитевидными или другими ферментами. Все это можно вывести из уже приведенных фактов, но некоторые критики, возможно, заявят, что эти чужеродные ферменты являются последствиями болезненного состояния, которое само по себе вызвано неизвестными причинами.

"Хотя эту необоснованную гипотезу, возможно, трудно подтвердить, я попытаюсь подтвердить предыдущие наблюдения более четким методом исследования. Это состоит в том, чтобы показать, что пиво никогда не имеет неприятного вкуса во всех случаях, когда алкогольная закваска, правильно называемая так, не смешивается с посторонними ферментами; что то же самое происходит и с суслом, и что сусло, подверженное изменениям, может быть сохранено неизменным, если его оберегать от тех микроскопических паразитов, которые находят в нем подходящую пищу и поле для роста.

Более того, применение этого второго метода имеет то преимущество, что оно с уверенностью доказывает предположение, которое я выдвинул вначале, а именно, что микробы этих организмов происходят из атмосферной пыли, разносящейся повсюду и оседающей на всех предметах или рассеянной по посуде и материалам, используемым на пивоварне, — материалам, естественным образом насыщенным микроскопическими микробами, и которые могут размножаться в ходе различных операций в складских помещениях и солодовне до бесконечности.

Давайте возьмем стеклянную колбу с длинным горлышком объемом от двухсот пятидесяти до трехсот кубических сантиметров и нальем в нее немного сусла, с хмелем или без, а затем в пламени лампы растянем горлышко колбы до тонкой точки, после чего нагреваем жидкость до тех пор, пока из конца горлышка не выйдет пар. Затем ему можно дать остыть без каких-либо других мер предосторожности; но для дополнительной безопасности в маленькую точку можно поместить небольшой комочек асбеста в тот момент, когда пламя будет извлечено из-под колбы. Перед размещением асбеста таким образом его также можно пропустить через пламя, а также после того, как он будет помещен в конец трубки. Воздух, который затем сначала возвращается в колбу, таким образом, вступает в контакт с нагретым стеклом и нагретой жидкостью, чтобы уничтожить жизнеспособность любых пылевых микробов, которые могут существовать в воздухе. Сам воздух будет возвращаться очень постепенно и достаточно

медленно, чтобы капля воды могла поглотить любую пыль, которую воздух выталкивает вверх по изгибу трубки. В конечном счете трубка будет сухой, но поступление воздуха обратно будет настолько медленным, что частицы пыли будут оседать на стенки трубки. Эксперименты показывают, что при использовании сосуда такого типа, обеспечивающего свободное сообщение с воздухом и не допускающего попадания пыли внутрь, пыль не будет проникать в любом случае в течение десяти или двенадцати лет, что было самым длительным периодом, посвященным этим испытаниям; и жидкость, если бы она была естественно прозрачной, ни в малейшей степени не была бы загрязнена ни на своей поверхности, ни в своей массе, хотя снаружи колба может быть густо покрыта пылью. Это самое неопровержимое доказательство невозможности попадания пыли внутрь колбы.

Приготовленное таким образом сусло остается незагрязненным неопределенно долгое время, несмотря на его подверженность изменениям при воздействии воздуха в условиях, которые позволяют ему собирать пыльные частицы, которые плавают в атмосфере. То же самое происходит с мочой, мясным отваром и виноградным суслом, и вообще со всеми теми разлагающимися и ферментируемыми жидкостями, которые при нагревании до температуры кипения обладают свойством уничтожать жизнеспособность пылевых микробов".(7)

В этих исследованиях не было ничего, что имело бы прямое отношение к вопросу о болезнях животных, однако, прежде чем они были закончены, они стимулировали прогресс более чем в одной области патологии. С самого начала их было достаточно, чтобы заново начать изучение роли микроорганизмов в возникновении болезней. В частности, они побудили французского врача Девейна вернуться к некоторым прерванным исследованиям, которые он проводил десять лет назад в связи с заболеванием животных, называемым сибирской язвой, или селезеночной лихорадкой, заболеванием, которое ежегодно обходится фермерам Европы в миллионы франков из-за падежа овец и крупного рогатого скота. В 1850 году Дивейн видел множество бактерий в крови животных, умерших от сибирской язвы, но в то время он не думал о том, что они имеют причинно-следственную связь с болезнью. Однако теперь, в 1863 году, воодушевленный новыми открытиями Пастера относительно силы бактерий, он вернулся к этой теме и вскоре с помощью экспериментов с инокуляцией убедился, что открытые им микроскопические организмы являются подлинной и единственной причиной инфекционного заболевания сибирской язвой.

Публикация этого поверья в 1863 году вызвала бурю споров. То, что микроскопический овощ может вызывать вирулентное системное заболевание, было идеей слишком поразительной, чтобы быть принятой за один день, и большинство биологов и врачей требовали более убедительных доказательств, чем Дивейн пока был в состоянии предложить.

Естественно, к работе подключилось множество других исследователей по всему миру. Первым среди них был немецкий доктор Роберт Кох, который вскоре подтвердил все, что наблюдал Дивейн, и продолжил эксперименты в направлении культивирования последовательных поколений бактерий в искусственных средах, прививки производились из таких чистых культур восьмого поколения, с поразительным результатом: животные, привитые таким образом, умирали от болезни.

Такие эксперименты кажутся демонстративными, однако мир не был убежден, и в 1876 году, когда споры все еще были в самом разгаре, Пастера убедили взяться за дело. С годами великий химик все больше и больше становился исключительно биологом, и в последние годы его знаменитые исследования болезней шелкопряда, которые, как он доказал, вызваны бактериальной инфекцией, и вопроса о самопроизвольном зарождении, предоставили ему непревзойденные ресурсы в области микроскопической техники. И поэтому, когда с помощью своих сотрудников по лаборатории Дюкло, Чемберленда и Ру он занялся обсуждаемым вопросом о сибирской язве, научный мир ждал этого вопроса, затаив дыхание. И когда в 1877 году Пастер был готов отчитаться о своих исследованиях сибирской язвы, он выступил с таким количеством демонстративных экспериментов — экспериментов, строгую точность которых никому и в голову не пришло бы подвергать сомнению, — призванных доказать бактериальное происхождение сибирской язвы, что скептицизм, наконец, утих на все времена.

Отныне ни у кого не могло быть сомнений в том, что заразная болезнь сибирская язва возникает исключительно в результате внедрения в организм животного специфического микроба — микроскопического растения, - который там развивается. И ни у одного логически мыслящего человека не могло бы возникнуть обоснованных сомнений в том, что то, что доказано в отношении одного инфекционного заболевания, когда-нибудь будет доказано и в отношении других, возможно, во всех формах инфекционных заболеваний.

До сих пор причина заражения, с помощью которого определенные болезни передавались от человека к человеку, была абсолютной тайной, совершенно не освещенной расплывчатыми терминами "миазм", "юмор", "вирус" и тому подобными покровами невежества. То тут, то там пророки науки, такие как Шванн и Генле, разгадывали секрет; но угадывание в науке достаточно далеко от знания. Теперь, впервые, мир УЗНАЛ, и медицина сделала еще один гигантский шаг к вершинам точной науки.

ЛИСТЕРНАЯ И АНТИСЕПТИЧЕСКАЯ ХИРУРГИЯ

Тем временем в другой, хотя и смежной области медицины, произошел дополнительный рост, который привел к немедленным результатам, имеющим еще большее практическое значение. Я имею в виду теорию и практику антисептики в хирургии. Этот прогресс, как и предыдущий, стал прямым результатом исследований Пастера по ферментации алкогольных напитков, хотя и не был результатом рук самого Пастера. Пораженный безграничным значением открытий Пастера относительно бактерий, доктор Джозеф Листер (нынешний лорд Листер), в то время из Глазго, еще в 1860 году приступил к замечательному применению этих идей. Если гниение всегда происходит из-за развития бактерий, утверждал он, это должно относиться как к живым, так и к мертвым тканям; следовательно, гнилостные изменения, которые происходят в ранах и после операций у человека, из-за которых так часто возникает заражение крови, можно было бы полностью предотвратить, если бы поврежденные поверхности были защищены от доступа микробов разложения.

В надежде добиться этого результата Листер начал экспериментировать с препаратами, которые могли бы убивать бактерии без нанесения вреда пациенту, и со средствами, предотвращающими дальнейший доступ микробов после освобождения от них раны. О том, насколько хорошо он преуспел, знает весь мир; о том, как ожесточенно он противостоял друг другу на протяжении примерно двадцати лет, большая часть мира уже забыла. Уже в 1867 году Листер смог опубликовать результаты, указывающие на успех его великого проекта; однако

хирурги в целом отнеслись к нему с таким недоверием, что даже несколько лет спустя ведущие хирурги Континента даже не слышали о его усилиях. В 1870 году солдаты Парижа, как и прежде, умирали от госпитальной гангрены; и когда в 1871 году французскому хирургу Альфонсу Герену, вдохновленному исследованиями Пастера, пришла в голову идея перевязывать раны ватой в надежде предотвратить попадание в них микробов, он совершенно не подозревал, что его современник-британец опередил его на целое десятилетие в этих усилиях по профилактике и сделал большие шаги к полному успеху. Приоритет Листера, однако, и превосходство его метода были свободно признаны Французской академией наук, которая в 1881 году официально увенчала его достижение, как годом ранее это сделало Лондонское королевское общество.

Конечно, к этому времени, как всем известно, новые методы Листера распространились повсюду, произведя революцию в практике хирургии и практически изгнав с лица земли болезни, которые до сих пор были ужасом хирургов и позором их искусства. И эти исследования у постели больного, проведенные в конце концов тысячами людей, ничего не смыслящих в микроскопии, сыграли большую роль в установлении общей веры в причинно-следственную связь между микроорганизмами и болезнями, которая примерно к 1880 году захватила медицинский мир. Но они сделали больше; они выдвинули на первый план идею о том, что, поскольку причина болезненного состояния известна, возможно, как никогда раньше, бороться с этим состоянием и искоренять его.

ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ ПРИВИВКА

Спор о самопроизвольном размножении, который благодаря Пастеру и Тиндалю только что был прекращен, ясно показал, что не нужно опасаться бактерии там, где предшествующая бактерия не нашла себе места; Листеризм в хирургии теперь показал, как много можно сделать для предотвращения доступа микробов к истертым поверхностям тела и уничтожения тех, которые уже нашли там место обитания. Однако до сих пор не было и намека на способ, которым можно было бы нанести соответствующий удар по тем другим микробам, которые попадают в организм животных через рот и ноздри и которые, как теперь стало ясно, являются причиной тех заразных болезней, жертвами которых, в первую и последнюю очередь, становится столь значительная часть человечества. Вопрос о том, как теперь можно найти такие средства, стал тревожной мыслью каждого врача с богатым воображением, каждого работающего микробиолога.

Так получилось, что мир недолго держали в напряжении. Почти до того, как предложение оформилось в умах других лидеров, Пастер нашел решение. Руководствуясь эмпирическим успехом Дженнера, он, как и многие другие, долгое время практиковал эксперименты по прививке, и 9 февраля 1880 года он объявил Французской академии наук, что нашел метод такого снижения вирулентности болезнетворного микроба, что при введении в организм восприимчивого животного он вызывал только легкую форму заболевания, которой, однако, было достаточно для защиты от обычной вирулентной формы точно так же, как вакцина защищает от оспы. Конкретной болезнью, с которой проводились эксперименты, была инфекционная болезнь домашней птицы, известная как "куриная холера". В октябре того же года Пастер объявил о методе, с помощью которого было достигнуто это "ослабление вируса", как он это назвал, — путем культивирования болезнетворных микробов в искусственных средах на воздухе, и он без колебаний заявил о своей уверенности в том, что этот метод окажется "поддающимся обобщению", то есть применим к другим заболеваниям, отличным от рассматриваемого конкретного.

В течение нескольких месяцев он исполнил это пророчество, поскольку в феврале 1881 года он объявил Академии, что с помощью, как и прежде, своих коллег М. Чемберленда и Ру он создал ослабленный вирус микроба сибирской язвы, с помощью которого, как он утверждал с большой уверенностью, он может защитить овец и, предположительно, крупный рогатый скот от этой смертельной болезни. "В некоторых недавних публикациях, - сказал Пастер, - я сообщил о первом случае ослабления вируса только экспериментальными методами. Образованный из особого микроба чрезвычайно малой величины, этот вирус может быть размножен искусственной культурой вне организма животного. Эти культуры, оставленные в покое без какого-либо возможного внешнего заражения, со временем претерпевают изменения в своей вирулентности в большей или меньшей степени. Считается, что кислород атмосферы является главной причиной этих ослаблений, то есть уменьшения возможностей размножения микробов; очевидно, что разница в вирулентности некоторым образом связана с различиями в развитии паразитарной экономики.

"Нет необходимости настаивать на интересном характере этих результатов и выводах, которые следует из них сделать. Стремиться уменьшить вирулентность рациональными средствами означало бы установить на экспериментальной основе надежду на получение из активного вируса, легко культивируемого в организме человека или животного, вакцинного вируса с ограниченным развитием, способного предотвратить фатальные последствия первого. Поэтому мы приложили все наши усилия, чтобы исследовать возможное обобщающее действие атмосферного кислорода на ослабление вируса.

"Вирус сибирской язвы, который был наиболее тщательно изучен, казался первым, что должно было привлечь наше внимание. Однако каждый раз мы сталкивались с трудностями. Между микробом куриной холеры и микробом сибирской язвы существует существенное различие, которое не позволяет новому эксперименту быть подтвержденным старым. Микробы куриной холеры, по-видимому, в действительности не распадаются в своей культуре на настоящие микробы. Последние представляют собой всего лишь клетки или сочленения, всегда готовые к размножению путем деления, за исключением тех случаев, когда известны особые условия, при которых они становятся настоящими зародышами.

"Пивные дрожжи являются ярким примером такого клеточного производства, поскольку способны неограниченно размножаться без появления их первоначальных спор. Существует множество муцединов (*Mucedinae*?) трубчатых грибов, которые при определенных условиях культивирования образуют цепочку более или менее сферических клеток, называемых конидами. Последние, отделившись от своих ветвей, способны размножаться в виде клеток без появления, по крайней мере при изменении условий культивирования, спор соответствующих им муцединов. Эти растительные организмы можно сравнить с растениями, которые выращиваются методом черенкования и для получения которых нет необходимости иметь плоды или семена материнского растения.

"Бактерия сибирской язвы при ее искусственном культивировании ведет себя совсем по-другому. Его мицелиевые нити, если их можно так описать, образуются едва ли в течение двадцати четырех-сорока восьми часов, когда становится видно, что они превращаются, особенно те, которые находятся в свободном контакте с воздухом, в очень преломляющие частицы, способные постепенно выделяться в настоящие зародыши легкой организации. Более того, наблюдения показывают, что эти микробы, которые так быстро образуются в культуре,

после некоторого воздействия атмосферного воздуха не претерпевают никаких изменений ни в своей жизнеспособности, ни в вирулентности. Мне удалось представить Академии пробирку, содержащую несколько спор бактерий сибирской язвы, произведенных четыре года назад, 21 марта 1887 года. Каждый год пытались прорастить эти маленькие тельца, и каждый год проращение происходило с той же легкостью и той же быстротой, что и вначале. Каждый год также тестировалась вирулентность новых культур, и они не показали какого-либо видимого опадения. Следовательно, как мы можем экспериментировать с воздействием воздуха на вирус сибирской язвы, рассчитывая сделать его менее вирулентным?

"Решающая трудность, возможно, полностью заключается в этом быстром размножении микробов-бактерий, о котором мы только что рассказали. По своей форме нити и по своему размножению путем деления разве этот организм не сравним во всех отношениях с микробом куриной холеры?

"Легко представить, что зародыш, собственно так называемый, то есть семя, не претерпевает никаких изменений из-за воздуха; но не менее легко представить, что если бы и произошло какое-либо изменение, то оно произошло бы предпочтительно в случае фрагмента мицелия. Таким образом, побегу, который, возможно, был оставлен в почве при контакте с воздухом, не требуется много времени, чтобы потерять всю жизнеспособность, в то время как при аналогичных условиях семя сохраняется в готовности к размножению растения. Если эти взгляды имеют какое-либо основание, мы приходим к мысли, что для доказательства действия воздуха на бактерии сибирской язвы необходимо подвергнуть этому действию развитие мицелия крошечного организма в условиях, где не может быть ни малейшей примеси корпускулярных микробов. Следовательно, проблема подвергания бактерий воздействию кислорода сводится к вопросу о том, чтобы полностью обеспечить образование спор. Ставя вопрос таким образом, мы начинаем осознавать, что он может быть решен.

"На самом деле мы можем предотвратить появление спор в искусственных культурах паразита сибирской язвы с помощью различных ухищрений. При самой низкой температуре, при которой этот паразит может культивироваться, то есть около +16 градусов по Цельсию, бактерия не производит микробов - во всяком случае, в течение очень длительного времени. Формы мельчайшего микроба на этом самом низком пределе его развития неправильные, в виде шариков и груш — одним словом, они чудовищны, — но у них нет спор. В последнем отношении то же самое происходит и при самых высоких температурах, при которых паразит может размножаться, при температурах, которые незначительно варьируются в зависимости от используемых средств. В нейтральном курином бульоне бактерии не могут размножаться при температуре выше 45 градусов. Культивирование, однако, происходит легко и обильно при температуре от 42 до 43 градусов, но в равной степени без образования спор. Следовательно, культура мицелиальных бактерий может быть полностью очищена от микробов при контакте с открытым воздухом при температуре от 42 до 43 градусов по Цельсию. Теперь приведены три замечательных результата. Примерно через месяц ожидания культура отмирает, то есть, если ее поместить в свежий бульон, она становится абсолютно стерильной.

"Вот и все о жизни и питании этого организма. Что касается его вирулентности, то поразительным фактом является то, что он полностью исчезает после восьмидневного культивирования при температуре от 42 до 43 градусов по Цельсию, или, во всяком случае, культуры безвредны для морской свинки, кролика и овцы, трех видов животных, наиболее

склонных к заражению сибирской язвой. Таким образом, мы можем добиться не только ослабления вирулентности, но и ее полного подавления простым методом культивирования. Более того, мы видим также возможность сохранения и культивирования ужасного микроба в безобидном состоянии. Что такого происходит за эти восемь дней при температуре 43 градуса, чего достаточно, чтобы лишить бактерии вирулентности? Давайте вспомним, что микроб куриной холеры погибает при контакте с воздухом, правда, в течение несколько затяжного периода, но после последовательного ослабления. Вправе ли мы полагать, что то же самое должно быть и в отношении микроба сибирской язвы? Эта гипотеза подтверждается экспериментом. Перед исчезновением своей вирулентности микроб сибирской язвы проходит различные степени ослабления, и, более того, как и в случае с микробом куриной холеры, каждое из этих ослабленных состояний вирулентности может быть получено путем культивирования. Более того, поскольку, согласно одному из наших недавних сообщений, сибирская язва не является рецидивирующей, каждый из наших ослабленных микробов сибирской язвы является для более развитого микроба вакциной, то есть вирусом, вызывающим менее злокачественное заболевание. Следовательно, что может быть проще, чем найти в них вирус, который заразит сибирской язвой овец, коров и лошадей, не убивая их, и в конечном итоге способен предотвратить смертельную болезнь? Мы с большим успехом провели этот эксперимент на овцах, и когда наступит сезон сбора стад в Босе, мы опробуем эксперимент в большем масштабе.

"Уже мсье Туссен объявил, что овец можно спасти профилактическими прививками; но когда этот способный наблюдатель опубликует свои результаты, по предмету которых мы провели такие исчерпывающие исследования, пока неопубликованные, мы сможем увидеть всю разницу, которая существует между двумя методами — неопределенность одного и достоверность другого. То, что мы объявляем, имеет, кроме того, очень большое преимущество, заключающееся в существовании ядовитой вакцины, которую можно выращивать по желанию и количество которой можно неограниченно увеличивать в течение нескольких часов, не прибегая к зараженной крови".(8)

Это заявление было немедленно оспорено таким образом, что привлекло к нему внимание всего мира. Президент сельскохозяйственного общества, понимая огромную важность этого предмета, предложил Пастеру подвергнуть его предполагаемое открытие решающей общественной проверке. Он предложил предоставить стадо из пятидесяти овец, половине из которых предстояло сделать прививку ослабленным вирусом Пастера. Впоследствии всем овцам должны были сделать прививку от вирулентного вируса, и все они содержались вместе в одном загоне в точно таких же условиях. "Защищенные" овцы должны были оставаться здоровыми; незащищенные - умереть от сибирской язвы; итак, прочтите условия предложения. Пастер принял вызов; он даже разрешил внести изменения в программу, в соответствии с которой две козы были заменены двумя овцами и добавлено десять голов крупного рогатого скота, оговорив, однако, что, поскольку его эксперименты еще не были распространены на крупный рогатый скот, их не следует рассматривать как строго укладывающиеся в условия испытания.

Это было испытание души любого человека, ибо весь мир смотрел на это косо, готовый высмеять автора столь нелепого заявления, как только его утверждение будет доказано безосновательным. Даже слава Пастера не могла заставить широкую общественность, как мирян, так и ученых, поверить в возможность того, чего он предлагал достичь. У всего мира

было время, чтобы быть проинформированным об этой процедуре, поскольку первая "профилактическая" прививка — или вакцинация, как называл ее Пастер, — была сделана 5 мая, вторая - 17 мая, и еще через две недели должны были пройти окончательные прививки неаттенуированным вирусом. Двадцать четыре овцы, одна коза и пять голов крупного рогатого скота были подвергнуты предварительной вакцинации. Затем, 31 мая, всем шестидесяти животным была сделана прививка, попеременно защищенному и незащищенному, чрезвычайно вирулентной культурой микробов сибирской язвы, которая находилась в лаборатории Пастера с 1877 года. После этого животных оставили вместе в одном вольере в ожидании выхода потомства.

Два дня спустя, 2 июня, в назначенный час встречи, огромная толпа, состоящая из ветеринарных врачей, газетных корреспондентов и фермеров со всего мира, собралась, чтобы стать свидетелями заключительных сцен этого научного турнира. То, что они увидели, было одной из самых драматических сцен в истории мирной науки — сценой, которая, как впоследствии заявил Пастер, "поразила собрание". Разбросанные по вольеру, мертвые, умирающие или явно смертельно больные, лежали незащищенные животные, все до единого, в то время как каждое "защищенное" животное беззаботно разгуливало с видом совершенного здоровья. Двадцать овец и одна коза были уже мертвы; две другие овцы испустили дух на глазах у зрителей; остальные жертвы продержались всего несколько часов. Таким образом, в манере достаточно театральной, чтобы не сказать трагической, была провозглашена безоговорочная победа науки. Вполне естественно, что неверующие бросились врассыпную и сдались без условий; принцип защитной вакцинации с использованием вируса, экспериментально полученного в лаборатории, был установлен вне всяких споров.

Эта памятная научная битва ознаменовала начало новой эры в медицине. Было предreshено, что установленный таким образом принцип получит еще большее распространение; что он будет применен к человеческим болезням; что, по всей вероятности, рано или поздно он успешно справится со многими инфекционными заболеваниями. Это ожидание быстро продвигается к реализации. Пастер сам применил это к человеку в книге "Гидрофобия" в 1885 году, с тех пор это доселе самое смертельное из заболеваний в значительной степени утратило свой ужас. Тысячи людей, укушенных бешеными собаками, были избавлены от фатальных последствий этого несчастного случая с помощью этого метода в Институте Пастера в Париже и в аналогичных институтах, построенных по модели этого родительского института, которые были созданы по всему миру в таких отдаленных друг от друга регионах, как Нью-Йорк и Нячанг.

СЫВОРОТОЧНАЯ ТЕРАПИЯ

При производстве вакцины против бешенства Пастер и его коллеги разработали метод ослабления вируса, совершенно отличный от того, который использовался в случае вакцин против куриной холеры и сибирской язвы. Вирус бешенства был инокулирован в организм морских свинок или кроликов и, по сути, культивировался в организме этих животных. Было обнаружено, что спинной мозг этих инфицированных животных богат вирусом, который быстро ослабевал, когда пуповину сушили на воздухе. Профилактический вирус различной силы был получен путем мацерации этих жгутов на различных стадиях высушивания. Это культивирование вируса в организме животного, предложенное, без сомнения, известным дженнеровским методом получения вакцины против оспы, было в то же время шагом в направлении новой терапевтической процедуры, которой было суждено в настоящее время

приобрести всепоглощающее значение, а именно метода так называемой сывороточной терапии, или лечения болезни сывороткой крови животного, подвергнутого защитной прививке против этой болезни.

Возможность такого метода была предложена известным наблюдением, сделанным Пастером и многими другими исследователями, что животные разных видов сильно различаются по своей восприимчивости к различным заболеваниям и что вирус данной болезни может становиться все более и более вирулентным при прохождении через системы последовательных особей одного вида и, наоборот, все менее и менее вирулентным при прохождении через системы последовательных особей другого вида. Эти факты натолкнули на теорию о том, что кровь устойчивых животных может содержать что-то непосредственно антагонистичное вирусу, и надежду на то, что это что-то может быть передано с лечебным эффектом в кровь инфицированного восприимчивого животного. Многочисленные экспериментаторы по всему миру проводили исследования в русле этой заманчивой возможности, лидерами, возможно, были доктора Дж. Беринг и Китасато, за которыми внимательно следят доктор Ру и его коллеги из Парижского института Пастера. В 1892 году Беринг объявил об определенных результатах в отношении двух важных заболеваний — столбняка и дифтерии, — но об этом методе стало известно только в 1894 году, когда доктор Ру прочитал эпохальный доклад на эту тему на Гигиеническом конгрессе в Буда-Пеште.

В этой статье доктор Ру, обратившись к трудам Беринга, Эрлиха, Бура, Косселя и Вассермана, подробно описал методы, разработанные в Институте Пастера для создания лечебной сыворотки, которой Беринг дал ставшее привычным название антитоксин. Метод заключается, во-первых, в культивировании в течение нескольких месяцев дифтерийной палочки (названной в честь ее первооткрывателей бациллой Клебса-Леффлера) в искусственном бульоне для выработки мощного токсина, способного придать заболеванию вирулентную форму.

Этот токсин после определенной механической обработки вводят небольшими, но увеличивающимися дозами в организм животного, соблюдая осторожность при дозировании, чтобы животное не заболело. После определенного курса такого лечения обнаруживается, что часть сыворотки крови животного, обработанного таким образом, будет действовать лечебным образом, если ее ввести в кровь другого животного или пациента-человека, страдающего дифтерией. Другими словами, согласно теории, в организме животного, подвергнутого прогрессирующей прививке дифтерийного токсина, был выработан антитоксин. По опыту доктора Ру, животное, лучше всего подходящее для этой цели, — лошадь, хотя для этой цели подойдет практически любое из одомашненных животных.

Но статья доктора Ру не ограничивалась описанием лабораторных методов. В нем также рассказывалось о практическом применении сыворотки для лечения многочисленных случаев дифтерии в больницах Парижа — применении, которое увенчалось отрядным успехом. Он ясно дал понять, что было найдено средство успешно справиться с тем, что было одной из самых опасных и трудноизлечимых детских болезней. Поэтому не было ничего странного в том, что его статья произвела сенсацию во всех кругах, как медицинских, так и непрофессиональных.

Врачи со всего мира съехались в Париж, чтобы узнать подробности открытого секрета, и уже через несколько месяцев новая сывороточная терапия получила признание среди медиков во всем мире. То, чего он достиг, рассматривалось всего лишь как свидетельство того, чего новый

метод может достичь в настоящее время при применении к другим инфекционным заболеваниям.

Немедленно были начаты работы по таким приложениям в бесчисленных направлениях — они, действительно, велись во многих лабораториях несколько лет назад. Пока еще слишком рано говорить о результатах в деталях. Но сделано достаточно, чтобы показать, что этот метод также поддается самому широкому обобщению. На нынешнем этапе нелегко отделить то, что носит предварительный характер, от того, что будет постоянным; но такой крупный авторитет, как Беринг, без колебаний утверждает, что сегодня мы обладаем, в дополнение к антитоксинам от дифтерии, столь же специфическими антитоксинами от столбняка, холеры, сыпного тифа, пневмонии и туберкулеза — набора заболеваний, которые в совокупности составляют поразительную долю общего уровня смертности. Затем стало известно, что доктор Йерсин в сотрудничестве со своими бывшими коллегами из Института Пастера разработал и с успехом применил антитоксин из микроба чумы, недавно опустошившей Китай.

Доктор Кальметт, еще один выпускник Института Пастера, расширил спектр сывороточной терапии, включив в нее профилактику и лечение отравлений ядами, и разработал антитоксин, который уже обеспечил иммунитет от смертельных последствий укусов змей тысячам людей в Индии и Австралии.

Насколько нынешние обещания являются предварительными, каковы пределы используемых методов — это вопросы, которые предстоит решить в будущем. Но, в любом случае, вряд ли можно сомневаться в том, что лечение сывороткой станет кульминационным достижением в терапии нашего столетия. Это логическое продолжение экспериментальных исследований с использованием микроскопа, начатых нашими предшественниками в тридцатые годы, и представляет собой нынешнюю кульминацию жесткого экспериментального метода, который вывел медицину с уровня причудливого эмпиризма на уровень рациональной экспериментальной науки.

IX. НОВАЯ НАУКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ПСИХОЛОГИИ

МОЗГ И РАССУДОК

Немногим более ста лет назад в мире развернулось движение за реформы в интересах душевнобольных. Как и следовало ожидать, движение впервые проявило себя в Америке, где об этих несчастных заботились гуманно в то время, как в других странах с ними обращались хуже, чем жестоко; но Англия и Франция быстро подчинились. Лидером по эту сторону океана был знаменитый филаделфиец, доктор Бенджамин Раш, "Сиденхэм Америки"; в Англии доктор Уильям Тьюк положил начало движению; а во Франции доктор Филипп Пинель в одиночку проложил путь. Движимые общим духом, хотя и действовавшие совершенно независимо, эти люди подняли восстание против традиционного обычая, который, отвергая безумцев как

изгоев, преследуемых демонами, приговаривал этих несчастных к темницам, цепям и плетям. До сих пор мало кто думал иначе, чем о естественном ходе событий, что "маньяка" следует заточить в темницу и, возможно, приковать к стене с помощью железной ленты, постоянно закрепленной на его шее или талии. Многих несчастных, закованных таким образом в кандалы, годами держали за узкие пределы своей цепи в камере, куда никогда не проникал дневной свет; иногда — железо было дорогим — цепь была настолько короткой, что несчастная жертва не могла принять вертикальное положение или даже сменить позу на своем убогом соломенном тюфяке.

Действительно, в Америке, где не было прецедентов среднего возраста, которые превратились бы в устоявшиеся обычаи, обращение с душевнобольными редко или никогда не опускалось до такого уровня. Возможно, отчасти по этой причине работа доктора Раша в Филадельфийской больнице в 1784 году, благодаря которой с душевнобольными стали обращаться гуманно, вплоть до отказа от порки, получила мало внимания, в то время как работы европейских лидеров, хотя и относящиеся к более поздним десятилетиям, получили известность. И, возможно, это не так несправедливо, как кажется, поскольку шаг, который сделал Раш, от относительно плохого к хорошему, был гораздо легче, чем прыжок от жестокостей к хорошему обращению, который вынуждены были совершить европейские реформаторы. В Париже, например, Пинелю пришлось просить разрешения властей даже на попытку освободить умалишенных от их цепей, и, несмотря на его признанное положение лидера науки, он получил лишь неохотное согласие, и его самого считали немногим лучше сумасшедшего за то, что он предпринял столь явно неразумную и безнадежную попытку. Однако, как только попытка была предпринята и увенчалась успехом, улучшение состояния душевнобольных стало настолько очевидным, что слава о работе Пинеля в Бисетре и Сальпетриере быстро распространилась по всему миру. Действительно, потребовалось много лет, чтобы завершить ее в Париже, и целая жизнь усилий со стороны ученика Пинеля Эскироля и других, чтобы распространить реформу на провинции; но эпохальный поворотный момент был достигнут благодаря трудам Пинеля последних лет восемнадцатого века.

Значение этой мудрой и гуманной реформы в данной связи заключается в том факте, что в этих исследованиях душевнобольных особое внимание уделялось новой идее, которая мало-помалу стала приниматься как неоспоримая, а именно, что "одержимость демонами" на самом деле является не более чем внешним выражением болезненного состояния мозга. Это осознание сделало очевидным, как никогда прежде, то, насколько тесно разум и тело связаны друг с другом. И так получилось, что, снимая оковы с душевнобольных, Пинель и его собратья также, сами того не желая, нанесли удар по освященным временам философским традициям. Освобождение душевнобольных из их застенков было предзнаменованием освобождения психологии из затхлых закоулков метафизики. До сих пор психология, насколько она вообще существовала, была всего лишь субъективным изучением индивидуальных умов; в будущем она также должна стать объективной, принимая во внимание также отношения, которые разум имеет к телу, и в частности к мозгу и нервной системе.

Необходимость такого объединения отстаивалась столь же серьезно и даже более прямолинейно другим деятелем того периода, чьи исследования были близки к исследованиям психиатров, и который даже более активно, чем они, фокусировал свое внимание на мозге и его функциях. Этим первым из специалистов по изучению мозга был немец по происхождению, но усыновленный парижанин, доктор Франц Йозеф Галл, создатель пользующейся с тех пор

дурной славой системы френологии. Заслуженная дурная слава, которую приобрела эта система благодаря изложению странствующих шарлатанов, не должна заставлять нас забывать, что сам доктор Галл, по-видимому, был высокообразованным врачом, тщательно изучавшим мозг и психику в соответствии с лучшими представлениями своего времени, и, кроме того, искренне верил в действенность системы, которую он создал. Сама система, взятая в целом, была безнадежно ошибочной, но, как показали более поздние исследования, в ней не было скрытого зародыша истины. О том, насколько твердо верил в это сам автор, свидетельствует документ, который он представил Французской академии наук в 1808 году. Сам документ был направлен в комитет, членами которого были Пинель и Кювье. Вердикт этого комитета был неблагоприятным, и это справедливо; однако осужденная система обладала по крайней мере одним достоинством, которое ее хулители не смогли осознать. Она популяризировала концепцию о том, что мозг является органом разума. Более того, своей настойчивостью она сплотила вокруг себя группу научных сторонников, главным из которых был доктор Каспар Сперзлихайд, человек недюжинных способностей, ставший пропагандистом френологии в Англии и Америке. Конечно, такая пропаганда и популярность также стимулировали оппозицию, и из возникших таким образом споров вскоре вырос всеобщий интерес к мозгу как органу разума, совершенно независимо от каких бы то ни было предубеждений относительно доктрин Галла и Шпурцхайма.

Выдающимся среди появившегося теперь непредвзятого класса рабочих был блестящий молодой француз Луи Антуан Демулен, который сначала учился под руководством знаменитого Магенди и опубликовал совместно с ним классическую работу о нервной системе позвоночных в 1825 году. Демулен сделал по крайней мере одно открытие эпохальной важности. Он заметил, что мозг людей, умирающих в преклонном возрасте, был светлее среднего и давал видимые признаки атрофии, и он пришел к выводу, что такое разложение является нормальным сопровождением старости. В наши дни никто не стал бы подвергать сомнению точность этого наблюдения, но научный мир не был вполне готов к нему в 1825 году; ибо, когда Демулен объявил о своем открытии Французской академии, этот августейший и несколько патриархальный орган пришел в совершенно ненаучный гнев и запретил молодому иконоборцу привилегию дальнейших слушаний. Из чего очевидно, что частично освобожденный дух новой психологии ни в коем случае не освободился полностью к концу первой четверти девятнадцатого века от метафизической паутины своего долгого заключения.

ФУНКЦИИ НЕРВОВ

В то время как исследования мозга, таким образом, только начинались, исследования нервной системы, которая является каналом связи между мозгом и внешним миром, приводили к еще более ощутимым результатам. Первое открытие было сделано в 1811 году доктором (впоследствии сэром Чарльзом) Беллом, (1) известным английским хирургом и физиологом-экспериментатором. Оно заключалось в наблюдении, что передние корешки спинномозговых нервов выполняют функцию передачи двигательных импульсов от мозга наружу, тогда как задние корешки передают исключительно сенсорные импульсы в мозг извне. До сих пор предполагалось, что все нервы выполняют сходную функцию, и своеобразное распределение спинномозговых нервов было неразгаданной загадкой.

Открытие Белла было эпохальным; но его полное значение не оценивалось в течение десятилетия, да и поначалу его достоверность не признавалась. В частности, в Париже,

тогдашнем апелляционном суде последней инстанции по всем научным вопросам, на предполагаемое открытие посмотрели косо или вовсе проигнорировали. Но в 1823 году этим вопросом занялся признанный лидер французской физиологии Франсуа Маженди в ходе своих всесторонних экспериментальных исследований нервной системы, и выводы Белла были подвергнуты самым строгим экспериментальным проверкам и признаны в целом обоснованными. Сам Белл, тем временем, обратил свое внимание на черепные нервы и доказал, что они также делятся на две группы — сенсорные и моторные. Иногда, действительно, два набора нитей объединяются в один нервный канатик, но если проследить их происхождение, то окажется, что они происходят из разных мозговых центров. Таким образом, стало ясно, что до сих пор непризнанная двойственность функций относится ко всей внекрановой нервной системе. Любой импульс, посылаемый с периферии в мозг, должен передаваться по совершенно определенному каналу; реакция мозга, посылаемая периферическим мышцам, должна проходить по столь же определенному и совершенно иному пути. Если какой—либо канал прерывается — например, участком соответствующего нервного тракта, - соответствующее сообщение блокируется передачей так же эффективно, как электрический ток блокируется участком передающего провода.

Экспериментаторы повсюду вскоре подтвердили наблюдения Белла и Мадженди, и, как всегда бывает после великого открытия, был дан новый импульс исследованиям в смежных областях. Тем не менее, прошло целое десятилетие, прежде чем было сделано еще одно открытие сопоставимой важности. Затем Маршалл Холл, самый известный английский врач своего времени, сделал свои классические наблюдения над феноменами, которые отныне стали известны как рефлекторные действия. Однажды в 1832 году, экспериментируя с обезглавленным тритоном, он заметил, что конечности обезглавленного существа сокращаются в прямой реакции на определенные раздражители. Такой ответ больше не мог быть обеспечен, если бы были перерезаны спинномозговые нервы, питающие ту или иную часть. Следовательно, было ясно, что в спинном мозге существуют чувствительные центры, способные принимать сенсорное сообщение и передавать в ответ двигательный импульс — функция, которая до сих пор считалась зарезервированной за головным мозгом. Дальнейшие исследования показали, что подобные явления рефлекторного действия со стороны центров, лежащих за пределами диапазона сознания, как в спинном мозге, так и в самом головном мозге, чрезвычайно распространены; что, короче говоря, они постоянно присутствуют в деятельности каждого живого организма и занимают важнейшую долю в общей сумме жизненно важных движений. Следовательно, открытие Холла всегда должно оставаться одним из важнейших вех в развитии неврологической науки.

Холл представил удивительно ясный и интересный отчет о своих экспериментах и выводах в документе, представленном Королевскому обществу, "О рефлекторных функциях продолговатого и спинного мозга", из которого, опубликованного в "Трудах общества" за 1833 год, мы можем привести несколько подробных цитат:

"У всего животного ощущения и произвольные движения, функции головного мозга сочетаются с функциями продолговатого и спинного мозга и, следовательно, могут затруднять или делать невозможным определение тех, которые характерны для каждого из них; если у животного, лишенного головного мозга, стимулируются спинной мозг или нервы, питающие мышцы, эти мышцы, произвольные или дыхательные, одинаково сокращаются, и, можно добавить,

одинаково у целого и у искаленного животного; и, в случае нервов, одинаково в конечностях, соединенных с конечностями и отделенных от них". из спинного мозга.

Действие всех этих различных причин может быть обозначено как центрическое, поскольку происходит в центральных частях нервной системы или, по крайней мере, в направлении ОТ них. Но есть другая функция, явления которой совершенно иного порядка и подчиняются совершенно другим законам, поскольку они возбуждаются причинами в ситуации, которая является ЭКСЦЕНТРИЧНОЙ в нервной системе, то есть удаленной от нервных центров. Я думаю, что этот способ действия до сих пор не был отчетливо понят физиологами.

"Многие явления этого принципа действия, происходящие в конечностях, безусловно, наблюдались. Но, во-первых, эта функция ни в коем случае не ограничивается конечностями; ибо, хотя она придает каждой мышце соответствующий тонус, а каждой системе мышц соответствующее равновесие, она выполняет еще более важную функцию управления отверстиями и окончаниями каждого из внутренних каналов в организме животных, придавая им надлежащую форму и действие; и, во-вторых, в тех случаях, когда наблюдались явления этой функции, их смешивали, как я уже указывал, с явлениями ощущения и воли; или, если их различали, они были связаны с ощущением и волей. исходя из этого, они были слишком неопределенно названы инстинктивными, или автоматическими. Поэтому я был вынужден принять для них какое—то новое обозначение, и теперь я изложу причины моего выбора того, что вынесено в название этой статьи - "Рефлекторные функции".

"Это свойство характеризуется ВОЗБУЖДЕНИЕМ при его действии и РЕФЛЕКТОРНЫМ течением: при каждом его воздействии впечатление, произведенное на концах определенных нервов, передается в продолговатый или спинной мозг и отражается по нервам в части, прилегающие к тому, что получило впечатление, или удаленные от него.

"Именно по этому рефлекторному характеру функцию, на которую я ссылался, следует отличать от любой другой. В животноводстве существует четыре способа мышечного действия, мышечного сокращения. Первый - это тот, который обозначается как ДОБРОВОЛЬНЫЙ: воля, зарождающаяся в головном мозге и спонтанная в своих действиях, распространяет свое влияние вдоль спинного мозга и двигательных нервов по ПРЯМОЙ ЛИНИИ к произвольным мышцам. ВТОРОЕ - это ДЫХАНИЕ: подобно желанию, движущее влияние при дыхании передается по ПРЯМОЙ линии от одной точки нервной системы к определенным мышцам; но поскольку произвольные движения, по-видимому, зарождаются в головном мозге, то и дыхательные движения зарождаются в продолговатом мозге: подобно произвольным движениям, движения дыхания спонтанны; они продолжаются, по крайней мере, после разделения восьмой пары нервов. Третий вид мышечных действий в животноводстве называется непроизвольным: он зависит от принципа раздражимости и требует НЕМЕДЛЕННОГО приложения стимула к самому нервно-мышечному волокну. Эти три вида мышечных движений хорошо известны физиологам; и я полагаю, что это все, на что до сих пор указывалось. Существует, однако, ЧЕТВЕРТЫЙ, который частично сохраняется после прекращения произвольных и дыхательных движений в результате удаления головного мозга и продолговатого мозга и который прикрепляется к спинному мозгу, прекращая сам себя, когда его удаляют, и оставляя раздражительность неизменной. При этом виде мышечного движения движущее воздействие возникает не в какой-либо центральной части нервной системы, а на расстоянии от этого центра; оно не является ни спонтанным по своему действию, ни прямым по

своему ходу; оно, напротив, ВОЗБУЖДАЕТСЯ приложением соответствующих раздражителей, которые, однако, воздействуют не непосредственно на мышцу или нервно-мышечное волокно, а на определенные участки мембраны, откуда впечатление передается через продолговатый мозг, ОТРАЖАЕТСЯ и возвращается к той части, на которую произведено впечатление, или направляется к удаленной от нее части, в которой осуществляется мышечное сокращение.

"Первые три способа мышечного действия известны только по фактическим движениям мышечных сокращений. Но рефлекторная функция существует как непрерывное мышечное действие, как сила, управляющая органами, которые на самом деле не находятся в состоянии движения, сохраняя у одних, как голосовая щель, открытую форму, у других, как сфинктеры, закрытую форму, а в конечностях должную степень равновесия или сбалансированной мышечной активности — функцию, которая, я думаю, до сих пор не признавалась физиологами.

"Три известных до сих пор вида мышечных движений можно различать другим способом. Мышцы, отвечающие за произвольные движения и дыхание, могут быть возбуждены путем стимуляции нервов, которые их снабжают, на любом участке их прохождения, будь то у их источника в виде части продолговатого или спинного мозга или снаружи спинномозгового канала: мышцы, отвечающие за непроизвольные движения, возбуждаются главным образом при фактическом контакте со стимулами. В случае только рефлекторной функции мышцы возбуждаются стимулом, действующим опосредованно по изогнутому рефлекторному пути вдоль поверхностных подкожных или подслизистых нервов, отходящих от продолговатого мозга. Первые три из этих причин мышечного движения могут воздействовать на отдельные конечности или мышцы. Последняя требует сохранения целостности соединения с продолговатым мозгом.

"Все виды мышечных движений могут быть чрезмерно возбуждены, но особенность рефлекторной функции заключается в том, что она возбудима при двух способах действия, ранее не существовавших в хозяйстве животных, как в случае чихания, кашля, рвоты и т.д. Рефлекторная функция также допускает постоянное снижение или усиление и принимает некоторые другие болезненные формы, о которых я расскажу ниже.

Прежде чем я перейду к деталям экспериментов, на которых основывается это предположение, может быть, будет полезно указать на несколько примеров, иллюстрирующих различные источники и способы мышечного действия, которые были перечислены. Ничто не может быть более знакомым, чем акт глотания. И все же, насколько сложен этот акт! Восприятие пищи зубами, языком и т.д. Является добровольным и, следовательно, не может иметь места у животного, у которого удален головной мозг. Перемещение пищи по голосовой щели и вдоль средней и нижней части глотки зависит от рефлекторного действия: это может иметь место у животных, у которых был удален головной мозг или разделена девятая пара нервов; но для этого требуется полное сохранение связи с продолговатым мозгом; и фактический контакт с каким-либо веществом, которое может действовать как раздражитель: это сопровождается точным закрытием голосовой щели и сокращением глотки. Завершение акта глотания зависит от стимула, немедленно воздействующего на мышечное волокно пищевода, и является результатом возбужденной раздражительности.

"Как бы ясно эти наблюдения ни показали тот факт, что существует функция нервно-мышечной системы, отличная от ощущения, от произвольных и дыхательных движений и от

раздражимости, при каждом таком исследовании, как настоящее, правильно, что утверждения и рассуждения должны делаться на основе эксперимента, который, так сказать, фактически находится перед нами. Уже было отмечено, что произвольные и дыхательные движения являются спонтанными, не обязательно требующими воздействия стимула. Если, таким образом, животное может быть помещено в такие условия, при которых подобные движения, безусловно, не будут иметь места, при сохранении способности двигаться, то можно сделать вывод, что воля и движущее влияние дыхания уничтожены. Теперь это достигается путем удаления головного и продолговатого мозга. Эти факты полностью подтверждены экспериментами Легаллуа и М. Флуранса, а также некоторыми из них, которые я перехожу к детализации, чтобы получить при этом возможность изложить аргументы наиболее ясно.

"Я разделил спинной мозг очень живой змеи между вторым и третьим позвонками. Движения животного непосредственно перед этим были чрезвычайно энергичными и безостановочными. С момента разделения спинного мозга она лежала совершенно спокойно и неподвижно, за исключением редких вздохов и легких движений головой. Стало совершенно очевидно, что это состояние покоя продолжалось бы бесконечно, если бы животное было защищено от всех внешних впечатлений.

После стимуляции тело начало двигаться с большой активностью и продолжало это делать в течение значительного времени, при каждой смене положения какая-либо новая часть поверхности животного соприкасалась со столом или другими предметами и возобновляло применение стимуляторов.

Наконец животное снова успокоилось; и, будучи тщательно защищено от всех внешних воздействий, оно больше не двигалось, а умерло в том точном положении и форме, которые принимало в последний раз.

"Для успешного проведения этого эксперимента требуется небольшой маневр: необходимо наблюдать за движениями животного и медленно и осторожно останавливать их, прикладывая к нему какое-нибудь мягкое вещество, например перчатку или вату; таким образом, животное постепенно успокаивают. С другой стороны, малейшее прикосновение к твердому веществу, малейший раздражитель возобновляют движения животного в активной форме. Но то, что это явление не зависит от ощущения, далее полностью доказывается фактами, что положение, принятое последним, и раздражители могут быть такими, которые сопровождались бы сильной или продолжительной болью, если бы чувствительность не была нарушена: в одном случае животное оставалось частично подвешенным над острым краем стола; в других случаях нанесение проколов и применение зажженной свечи не помешали животному, все еще обладавшему активными двигательными способностями, перейти в состояние полного и постоянного покоя".

Подводя итог этому длинному докладу, Холл заканчивает его следующим предложением: "Рефлекторная функция, выраженная в слове, является ДОПОЛНЕНИЕМ к функциям нервной системы, известным до сих пор".(2)

Все эти соображения относительно того, что нервные токи и нервные пути становятся достоянием науки, естественно, вызвали интерес к точному характеру этих нервных путей самих по себе, и тем более естественно, что усовершенствованный микроскоп как раз сейчас заявлял о своих правах на все области. Вскоре группа наблюдателей приступила к изучению нервов, и

лидером здесь, как и во многих других направлениях микроскопических исследований, был не кто иной, как Теодор Шванн. Благодаря его усилиям и неоценимой помощи таких других исследователей, как Ремак, Пуркинье, Хенле, Мюллер и других, вся тайна, касающаяся общих характеристик нервных путей, была рассеяна. Стало известно, что по своей сути нервный тракт представляет собой тонкое волокно или нить протоплазмы, протянувшееся между двумя конечными точками в организме, одним из таких концов обычно является клетка головного или спинного мозга, другой - точка распространения на периферии или вблизи нее — например, в мышце или в коже. Такая фибрилла может иметь вокруг себя защитное покрытие, известное как шванновская оболочка; но сама фибрилла является важным нервным трактом; и во многих случаях, как недавно обнаружил Ремак, без оболочки не обойтись, особенно в случае нервов так называемой симпатической системы.

Между прочим, эта симпатическая система ганглиев и нервов долгое время была загадкой для физиологов. Его ганглии, кажущийся центр системы, обычно небольшого размера и никогда не очень большие, встречаются повсюду в организме, но, в частности, собраны в длинную двойную цепь, которая находится внутри полости тела, за пределами позвоночного столба, и представляет единственную нервную систему позвоночных организмов. Было замечено, что фибриллы из этих ганглиев присоединяются к фибриллам черепных и спинномозговых нервов и сопровождают их повсюду, но какая особая функция им выполнялась, долгое время оставалось лишь предметом догадок и приводило ко множеству абсурдных предположений.

Предположения не заменялись фактами примерно до 1851 года, когда великий француз Клод Бернар убедительно доказал, что по крайней мере одна из главных функций симпатических фибрилл заключается в том, чтобы вызывать сокращение стенок артериол системы, регулируя таким образом кровоснабжение любой данной части. Десятью годами ранее Генле продемонстрировал существование кольцевых полос мышечных волокон в артериолах, что до сих пор было весьма спорным вопросом, и было сделано несколько предварительных объяснений действия этих волокон, в частности, братьями Вебер, Стиллингом, который еще в 1840 году отважился заговорить о "сосудодвигательных" нервах, и Шиффом, который упорно шел по тому же пути во время открытия Бернарда. Но ясный свет на этот вопрос не был пролит до тех пор, пока в 1851 году не были проведены эксперименты Бернарда. Вскоре эксперименты были подтверждены и расширены Браун-Секардом, Уоллером, Баджем и многими другими, и с этого момента физиологи почувствовали, что они поняли, как кровоснабжение любой данной части тела регулируется нервной системой.

Однако на самом деле они узнали только половину истории, что и доказал сам Бернард всего несколько лет спустя, открыв новую и совершенно неожиданную главу. Во время экспериментов в 1858 году он обнаружил, что существуют определенные нервы, питающие сердце, которые при стимуляции заставляют этот орган расслабиться и перестать биться. Поскольку сердце, по сути, представляет собой не что иное, как совокупность мышц, это явление было крайне загадочным и не имело прецедента в опыте физиологов. Предполагалось, что импульс, проходящий по двигательному нерву, способен вызвать мышечное сокращение и ничего больше не делать; однако здесь такой импульс произвел прямо противоположный эффект. Единственным разумным объяснением, по-видимому, было то, что этот конкретный импульс должен останавливать или подавлять действие импульсов, которые обычно заставляют сокращаться сердечные мышцы. Но идея такого подавления одного импульса другим была совершенно новой и поначалу трудной для понимания. Постепенно, однако, эта идея заняла свое место в современных знаниях о физиологии нервов, и со временем стало понятно, что то,

что происходит в случае снабжения сердца нервами, является лишь частным случаем при очень общей, действительно универсальной форме нервной деятельности. Результатом первоначального открытия Бернарда стало окончательное понимание того, что вся нервная система представляет собой механизм подчиненных и высших центров, действию одного из которых может быть противодействие и фактическая отмена действием другого. Это относится не только к таким физическим процессам, как сердцебиение, сокращение и расслабление артерий, но и к самым сложным функциям, которые также имеют аналог в психических процессах. Таким образом, наблюдение торможения сердечной деятельности нервным импульсом послужило отправной точкой для исследований, которые привели к лучшему пониманию *modus operandi* деятельности ума, чем когда-либо ранее достигалось самыми тонкими психологами.

ПСИХОФИЗИКА

Таким образом, работа физиологов нервной системы оказала важное влияние на вопросы психики. Но была и другая группа работников того периода, которые предприняли еще более прямое наступление на "цитадель мысли". В Германии сформировалась замечательная школа рабочих, лидерами которой были люди, обладающие более или менее врожденными метафизическими пристрастиями как национальным правом по рождению, а также инстинктами ученого-эмпирика, и чей образовательный инструментарий включал глубокие знания не только физиологии и психологии, но также физики и математики. Эти люди взялись за новую задачу - исследовать отношения тела и разума с точки зрения физики. Они стремились применить верньер и весы, насколько это было возможно, к неосознанным процессам разума.

У этого движения были свои предшествующие этапы в начале века, особенно в математической психологии Гербарта, но его первый определенный результат, привлечший всеобщее внимание, был сделан мастерски Германом Гельмгольцем в 1851 году. Он заключался в точном измерении скорости прохождения нервного импульса по нервному тракту. Проведение такого измерения считалось невозможным, поскольку предполагалось, что прохождение нервного импульса было практически мгновенным. Но Гельмгольц с готовностью продемонстрировал обратное, показав, что нервный канатик является относительно вялым переносчиком сообщений. Согласно его экспериментам, впервые проведенным на лягушке, нервный "ток" проходит менее ста футов в секунду. Другие эксперименты, проведенные вскоре после этого самим Гельмгольцем и различными последователями, главным среди которых был Дюбуа-Реймон, несколько видоизменили точные цифры, полученные вначале, но не изменили общего смысла первых результатов. Таким образом, было показано, что нервный импульс представляет собой нечто совершенно отличное, во всяком случае, с точки зрения скорости прохождения, от электрического тока, с которым его так часто сравнивали. Электрический ток пронесся бы через половину земного шара, в то время как нервный импульс мог бы пройти по всему человеческому телу — от ступни человека до его мозга.

Тенденция к преодолению пропасти, которая до сих пор отделяла физический мир от психического, получила дальнейшее подтверждение в следующем десятилетии в замечательном, но в высшей степени техническом исследовании Гельмгольцем ощущений звука и цвета в связи с их физическими причинами, в ходе которого он возродил доктрину цветового зрения, которую другой великий физиолог Томас Янг выдвинул полвека назад. Та же тенденция была дополнительно подтверждена появлением в 1852 году знаменитой

"Медицинской психологии" доктора Германа Лотце "oder Physiologie der Seele" с ее вызовом старому мифу о "жизненной силе". Но наиболее определенное выражение нового движения получило в 1860 году, когда Густав Фехнер опубликовал свою классическую работу под названием "Психофизика". Это название ввело новое слово в научный словарь. Фехнер объяснил это, сказав: "Под психофизикой я подразумеваю точную теорию взаимосвязи между духом и телом и, в общих чертах, между физическим и психическим мирами". Название стало известным и стало предметом многих споров. То же самое произошло и с другой фразой, которую Фехнер ввел в курс своей книги, — фразой "физиологическая психология". Создав это удачное словосочетание, Фехнер фактически окрестил новую науку.

ФЕХНЕР ИЗЛАГАЕТ ЗАКОН ВЕБЕРА

Главным смыслом этой классической книги немецкого психофизиолога была разработка и объяснение экспериментов, основанных на методе, введенном более чем двадцатью годами ранее его соотечественником Э. Х. Вебером, но который до сих пор не привлек того внимания, которого заслуживал. Метод состоял в измерении и анализе определенной связи, существующей между внешними стимулами различной степени интенсивности (например, различными звуками) и психическими состояниями, которые они вызывают. Эксперименты Вебера выросли из известного наблюдения о том, что точность нашего различения различных звуков, весов или визуальных образов зависит от величины каждой конкретной причины ощущения в ее связи с другими подобными причинами. Так, например, мы не можем видеть звезды днем, хотя тогда они светят так же ярко, как и ночью. Опять же, мы редко замечаем тиканье часов днем, хотя оно может стать почти болезненно слышимым в ночной тишине. И снова, разница между весом в унцию и весом в две унции достаточно заметна, когда мы поднимаем их, но нельзя точно так же отличить пятифунтовый вес от веса в одну унцию более пяти фунтов.

Этот последний пример и аналогичные примеры для других органов чувств дали Веберу ключ к его новым экспериментам. Размышления о повседневном опыте прояснили ему, что всякий раз, когда мы рассматриваем два зрительных ощущения, или два слуховых ощущения, или два ощущения веса в сравнении друг с другом, остроте нашего различения всегда есть предел, и что эта степень остроты варьируется, как в случае с только что упомянутыми весами, в зависимости от величины возбуждающей причины.

Вебер решил посмотреть, можно ли поместить этот общий опыт в рамки общего закона. Его метод состоял в проведении длинной серии экспериментов, направленных на определение в каждом конкретном случае того, что стало называться наименее заметной разницей между стимулами. Таким образом, если человек держит в каждой руке по унции гирьки и к одной из них прибавляет крошечные гирьки, крупинка за крупинкой, он сначала не замечает разницы; но вскоре, после добавления определенной крупинки, он начинает осознавать разницу. Отмечая теперь, сколько зерен было добавлено для получения этого эффекта, мы получаем вес, который представляет наименее заметную разницу, когда стандарт составляет одну унцию.

Теперь повторите эксперимент, но пусть каждый вес будет равен пяти фунтам. Ясно, что в этом случае мы будем вынуждены добавить не зерновые, а драхмы, прежде чем почувствуем разницу между двумя большими весами. Но каким бы ни было точное добавленное количество, это количество представляет собой стимул, вызывающий едва ощутимое ощущение разницы, когда стандарт составляет пять фунтов. И так далее для неопределенного ряда весов различной

величины. И вот теперь Вебер сделал любопытное открытие. Он не только обнаружил, что в повторяющихся экспериментах с одной и той же парой весов мера "едва заметной разницы" оставалась приблизительно фиксированной, но и обнаружил, далее, что между стимулами различной величины существует замечательная фиксированная зависимость. Если, например, он счел необходимым в случае с унционными гирями прибавить одну пятидесятую унции к единице, прежде чем была обнаружена разница, он обнаружил также, что в случае с пятифунтовыми гирями необходимо прибавить одну пятидесятую от пяти фунтов, прежде чем получить тот же результат. То же самое и со всеми другими весами; количество, добавляемое для создания стимула "наименее заметной разницы", всегда имеет одно и то же математическое отношение к величине используемого веса, независимо от того, велика эта величина или мала.

Вебер обнаружил, что то же самое справедливо и для стимулов зрительных и слуховых ощущений, причем дифференциальный стимул всегда имеет фиксированное отношение к общей величине стимулов. Итак, вот он, закон, который он искал.

Результаты Вебера были достаточно определенными и поразительными, однако они не привлекали сколько-нибудь значительного внимания до тех пор, пока Фехнер не возродил их и не расширил и не представил миру в знаменитой работе по психофизике. Затем они устроили настоящую рукопашную схватку. Фехнер не только проверил более ранние результаты (с некоторыми ограничениями, не существенными для настоящего рассмотрения), но и изобрел новые методы проведения аналогичных тестов и свел весь вопрос к математической обработке. Он объявил открытие Вебера фундаментальным законом психофизики. В честь первооткрывателя он назвал его Законом Вебера. Он облек закон в слова и математические формулы и, так сказать, обрушил его во весь опор на головы психологического мира. Будьте уверены, это произвело настоящий фурор, ибо это был первый широко разрекламированный бюллетень новой психологии в ее наступлении на твердыни освященной веками метафизики. Достижения микроскопистов и физиологов нервной системы были лишь предварительными — всего лишь пограничными стычками неопределенного значения. Но здесь было доказательство того, что иконоборческое движение намеревалось вторгнуться в самое сердце священной территории разума — территории, доступ на которую, как предполагалось, должен был быть навсегда закрыт для осязаемых объективных фактов.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ПСИХОЛОГИЯ

Однако едва успел прозвучать сигнал тревоги, как было предпринято новое движение. В то время как книга Фехнера только что вышла из печати, предпринимались шаги по распространению методов физика еще одним способом на внутренние процессы разума. Поскольку Гельмгольц показал, что скорость нервных импульсов по нервным путям поддается измерению, теперь была предпринята попытка измерить также время, необходимое центральному нервному механизму для выполнения своей работы по получению сообщения и отправке ответа. Это приближалось к самому порогу развития разума. Попытка была впервые предпринята профессором Дондерсом в 1861 году, но окончательные результаты были получены только после многих лет экспериментов со стороны множества наблюдателей. Главным из них и человеком, который стоял в авангарде нового движения и был его признанным лидером на протяжении оставшегося столетия, является доктор Вильгельм Вундт из Лейпцига.

Задача была нелегкой, но, в конечном счете, она была выполнена. Было показано не только то, что нервному центру требуется измеримое время для его функционирования, но и многое было выяснено относительно условий, которые изменяют это время. Таким образом, было обнаружено, что разные люди различаются по скорости своей центральной нервной деятельности, что объясняло "личностное уравнение", отмеченное астрономом Бесселем полвека назад. Было также обнаружено, что скорость активности также варьируется у одного и того же человека в разных условиях, становясь замедленной, например, под влиянием переутомления или в случае определенных заболеваний мозга. Если отбросить все детали, то в качестве экспериментальной демонстрации выясняется существенный факт, что интеллектуальные процессы — ощущение, апперцепция, волеизъявление — неразрывно связаны с деятельностью центральных нервных тканей и что эта деятельность, как и все другие физические процессы, имеет элемент времени. Для этой старой школы психологов, которые едва ли заботились о голове человека больше, чем о пятках, — их интересовал только разум, — такая продемонстрированная таким образом связь разума и тела, естественно, вызывала беспокойство. Но каковы бы ни были выводы, от фактов никуда не деться.

Конечно, это новое движение не ограничилось Германией. Действительно, у него уже давно были представители в других странах. Так, в Англии, за целое столетие до этого, доктор Хартли отстаивал теорию тесной и неразрывной зависимости сознания от мозга и сформулировал знаменитую вибрационную теорию ассоциации, которая до сих пор заслуживает тщательного рассмотрения. Тогда же, во Франции, в начале века, появился доктор Кабанис с его осязаемой, хотя и грубо сформулированной доктриной о том, что мозг переваривает впечатления и выделяет мысли, подобно тому как желудок переваривает пищу, а печень выделяет желчь. Более того, "Принципы психологии" Герберта Спенсера с их общепризнанной координацией разума и тела и оживляющей теорией эволюции появились в 1855 году, за полдесятилетия до работы Фехнера. Но эти влияния, хотя и имели огромную образовательную ценность, носили скорее теоретический, чем демонстративный характер, и факт остается фактом: экспериментальная работа, в которой впервые была предпринята попытка оценить умственные операции с помощью физических принципов, в основном проводилась в Германии. "Физиологическая психология" Вундта с ее полными предварительными описаниями анатомии нервной системы дала ощутимое выражение росту нового движения в 1874 году; а четыре года спустя, с открытием его лаборатории физиологической психологии в Лейпцигском университете, можно сказать, что новая психология закрепилась надолго и добилась официального признания. С тех пор его завоевание мира было всего лишь вопросом времени.

Следует, однако, отметить, что существует еще один метод строго экспериментального исследования ментальной области, в последнее время вошедший в моду и имеющий иное происхождение. Это научное исследование феномена гипноза. Этот предмет был спасен из рук шарлатанов, переименован и подвергнут тщательному исследованию доктором Джеймсом Брэйдом из Манчестера еще в 1841 году. Но его результаты, привлекая мимолетное внимание, были упущены из виду, и, несмотря на бессистемные усилия, эта тема вновь не была широко обсуждена научным миром до 1878 года, когда доктор Шарко занялся ею в Сальпетриер в Париже, а вскоре за ним последовали доктор Рудольф Хайденхайн из Бреслау и множество других экспериментаторов. Ценность метода для изучения психических состояний вскоре стала очевидной. Большинство экспериментов Брэйда были повторены, и в основном его результаты подтвердились. Его объяснение гипноза, или искусственного сомнамбулизма, как самоиндуцируемого состояния, независимого от какого-либо оккультного или

сверхчувственного влияния, вскоре получило всеобщее признание. Его вера в то, что начальные стадии вызваны утомлением нервных центров, обычно от чрезмерной стимуляции, не была вытеснена, хотя и дополнена представлениями, вытекающими из новых знаний о подсознательном менталитете в целом и о тормозящем влиянии одного центра на другой в центральном нервном механизме.

МОЗГ КАК ОРГАН РАЗУМА

Эти исследования психологов и патологоанатомов резко проясняют отношения разума и тела. Но еще более определенной в этом отношении была работа физиологов мозга. Главным из них в середине века был человек, о котором иногда говорят как об "отце физиологии мозга", Мари Жан Пьер Флуранс из Ботанического сада Парижа, ученица и достойная преемница Магенди. Его эксперименты по физиологии нервов были начаты в первой четверти века, но его локальные эксперименты с самим мозгом завершились примерно в 1842 году. В это время старый спор о френологии разгорелся с новой силой, и исследования Флуранса были направлены, по крайней мере частично, на строго научное исследование этой проблемной темы.

В ходе этих исследований Флоуренс обнаружил, что в продолговатом мозге, части головного мозга, соединяющей этот орган со спинным мозгом, есть центр крошечных размеров, который нельзя повредить ни в малейшей степени, не вызвав мгновенной смерти оперированного животного. Можно добавить, что именно этого места достигает игла удавки при испанских казнях, и что этот же центр также разрушается, когда преступник "успешно" повешен, на этот раз путем насильственного проникновения в отросток второго шейного позвонка. Флоуренс назвал это место "жизненно важным узлом". Его чрезвычайная важность, как теперь понятно, обусловлена тем фактом, что это нервный центр, питающий сердце; но это простое объяснение, отменяющее концепцию особого "жизненного центра", не сразу стало очевидным.

Другие эксперименты Флоуренса, по-видимому, показали, что мозжечок является местом расположения центров, координирующих мышечную деятельность, и что высшие интеллектуальные способности отнесены к головному мозгу. Но за пределами этого, что касается локализации, эксперимент застопорился. Отрицательные результаты в отношении конкретных способностей были получены при всех локализованных раздражениях головного мозга, и Флоуренс был вынужден заключить, что доля головного мозга, будучи, несомненно, средоточием высшего интеллекта, выполняет свои функции всей своей структурой. Этот вывод, который, кстати, положил конец френологии, был принят всеми и стал основополагающей доктриной физиологии мозга для целого поколения.

Однако будет видно, что эти исследования Флоуренса имели двойное значение. Они отрицали локализацию мозговых функций, но они продемонстрировали локализацию определенных нервных процессов в других частях мозга. Таким образом, в целом они положительно высказались в пользу принципа локализации функции в головном мозге, за который выступало определенное количество студентов; в то время как их доказательства против мозговой локализации были только отрицательными. То тут, то там находился наблюдатель, который чувствовал, что это негативное свидетельство не было убедительным. В частности, немецкий анатом Мейнерт, изучавший расположение нервных путей в головном мозге, пришел к выводу, что в передних отделах головного мозга должны преобладать двигательные функции, а в задних

- сенсорные. К несколько сходным выводам пришел также доктор Хьюлингс-Джексон из Англии в результате своих исследований эпилепсии. Но никаких положительных доказательств не поступало до 1861 года, когда доктор Поль Брока представил в Медицинскую академию в Париже случай поражения головного мозга, который, по его мнению, имел наиболее важное значение для вопроса о локализации в головном мозге.

Речь шла о пациенте клиники Бисетр, который в течение двадцати лет был лишен дара речи, по-видимому, из-за потери памяти на слова. В 1861 году этот пациент умер, и вскрытие показало, что определенная извилина левой лобной доли его головного мозга была полностью разрушена болезнью, а остальная часть мозга осталась нетронутой. Брока почувствовал, что это наблюдение убедительно указывает на локализацию памяти о словах в определенной области мозга. Более того, выяснилось, что случай не был беспрецедентным. Еще в 1825 году патологоанатомические исследования привели доктора Бойяра к определенному нахождению центра произнесения слов в лобной доле, и кое-где другие наблюдатели делали пробные попытки в том же направлении. Бойяр даже настойчиво продолжал заниматься этим вопросом, но мир не был готов его слушать. Однако теперь, за полдесятилетия, последовавшие за заявлениями Броки, интерес возрос до небывалых высот, и благодаря усилиям Брока, Бойяра и многих других было доказано, что настоящий центр, обладающий странным доминированием над запоминанием членораздельных слов, находится в третьем изгибе лобной доли головного мозга, обычно в левом полушарии. С тех пор эта часть мозга известна англоязычному миру как извилина Брока - название, которое, как ни странно, соотечественники первооткрывателя не сразу приняли.

Это открытие, естественно, заново открыло весь вопрос о локализации мозга. Это был всего лишь короткий шаг к выводу, что должны быть и другие определенные центры, заслуживающие внимания, и различные наблюдатели приступили к их поиску. В 1867 году Экхард получил ключ к разгадке, который, повторив забытый эксперимент Халлера и Зинна предыдущего столетия, удалил участки коры головного мозга животных, в результате чего у них начались судороги. Но по-настоящему важный шаг был сделан в 1870 году немецкими исследователями Фричем и Хитцигом, которые, стимулируя определенные участки коры головного мозга животных гальваническим током, вызывали сокращение определенных групп мышц противоположной стороны тела. Эти важнейшие эксперименты, поначалу встреченные с недоверием, были повторены и расширены в 1873 году доктором Дэвидом Ферье из Лондона, а вскоре после этого небольшой армией независимых работников по всему миру, видными среди которых были Франк и Питр во Франции, Манк и Гольц в Германии и Хорсли и Шефер в Англии. Подробные результаты, естественно, поначалу не соответствовали друг другу. Некоторые наблюдатели, такие как Гольц, даже отрицали обоснованность выводов в целом. Но единодушное мнение, основанное на множестве экспериментов, вскоре сделало общие факты, за которые боролись Фрич и Хитциг, неоспоримыми. Действительно, было обнаружено, что церебральные центры двигательной активности обладают не совсем той завершенностью, которую поначалу приписывали им некоторые наблюдатели, поскольку часто может случиться, что после разрушения центра с сопутствующей потерей функции может происходить постепенное восстановление утраченной функции, доказывая, что другие центры приобрели способность занять место разрушенного. Однако у этой способности к замещению есть пределы, и с этой оговоркой определенность локализации двигательных функций в коре головного мозга стала общепринятой частью физиологии мозга.

Такая локализация также не ограничивается двигательными центрами. Более поздние эксперименты, особенно Ферье и Манка, доказали, что центры зрения в равной степени ограничены в своем расположении, на этот раз в задних долях мозга, и что слух также имеет свое местное обиталище. Действительно, есть все основания полагать, что каждая форма первичного ощущения основана на впечатлениях, которые в основном достигают определенной локализованной цели в мозге. Но все это, следует понимать, не имеет никакого отношения к высшим формам интеллекта. Все эксперименты оказались тщетными для локализации этих функций, за исключением того, что они подтвердили известный факт их зависимости от мозга, и, что несколько проблематично, от передних долей головного мозга в частности. Но это именно то, чего следовало ожидать, поскольку более ясное понимание природы психических процессов делает очевидным, что в основном эти предполагаемые "способности" сами по себе не локализованы. Так, например, "способность" к языку неразрывно связана с центрами зрения, слуха и мышечной активности, не заходя дальше, и становится возможной только благодаря объединению этих широко разделенных центров. Разрушение центра Брока, как было обнаружено ранее, не полностью лишает пациента знания языка. Он может быть совершенно неспособен говорить (хотя в этом отношении существуют всевозможные вариации), и все же может понимать то, что ему говорят, и уметь правильно читать, думать и даже писать. Таким образом, представляется, что центр Брока особым образом связан со способностью к членораздельной речи, но достаточно далек от того, чтобы быть резиденцией языкового факультета в целом.

Подобным образом большинство предполагаемых изолированных "способностей" высшего интеллекта при более ясном анализе предстают как сложные совокупности первичных ощущений и, следовательно, неизбежно зависят от многочисленных и разрозненных центров. Можно сказать, что некоторые "способности", такие как память и воля, в некотором смысле являются изначальными свойствами каждой нервной клетки - даже каждой клетки тела. Действительно, окончательный анализ низводит весь интеллект в его изначальных проявлениях до каждой частицы живой материи. Но такие уточнения анализа, в конце концов, не могут скрыть тот факт, что определенные формы высшего интеллекта предполагают довольно определенное сочетание и проработку особых ощущений. Такая специализация, действительно, кажется необходимым сопровождением ментальной эволюции. То, что каждая такая специализированная функция имеет свои локализованные центры координации, имеющие такое значение, как продемонстрированные центры членораздельной речи, вряд ли может вызывать сомнения - хотя это, следует понимать, является индукцией, а пока еще не демонстрацией. Другими словами, есть все основания полагать, что в мозге существуют многочисленные "центры" в этом ограниченном смысле, которые до сих пор ускользали от внимания исследователя. Действительно, современная концепция рассматривает всю кору головного мозга как состоящую главным образом из центров окончательной координации впечатлений, которые в их более грубой форме воспринимаются более примитивными нервными тканями - базальными ганглиями, мозжечком, продолговатым веществом и спинным мозгом.

Это, конечно, равносильно постулированию коры головного мозга как исключительного вместилища высшего интеллекта. Однако это предположение, к которому, по-видимому, приводит безопасная индукция, находится далеко от обоснования старой концепции локализации мозга, которая была основана на ошибочной психологии и столь же ошибочных выводах из нескольких предпосылок. Детали системы Галла, выдвинутые поколениями его по

большей части недостойных последователей, лежат совершенно за пределами научных дискуссий. И все же, как я уже сказал, в этом был зародыш истины — идея специализации мозговых функций, — и современные исследователи извлекли эту центральную концепцию из кучи френологического мусора, в которой, к сожалению, похоронил ее первооткрыватель.

МЕЛЬЧАЙШАЯ СТРУКТУРА МОЗГА

Общей основой всех этих различных направлений исследований патолога, анатома, физиолога, физика и психолога, несомненно, является центральная нервная система - спинной и головной мозг. Важность этих структур как средоточий нервной и умственной деятельности признавалась все больше и больше с каждым новым накоплением знаний, и попытки проникнуть в тайны их сокровенной структуры были непрерывными. Более ранним студентам были доступны только грубые методы грубых вскрытий и микроскопического осмотра. Они могли что-то раскрыть, но, конечно, внутренние секреты были доступны только более проницательному специалисту-микроскописту. И даже для него задача исследования была далеко не легкой, поскольку центральные нервные ткани - самые тонкие и хрупкие и, по многим данным, самые сложные манипуляции с ними в организме.

Следовательно, для этого исследования потребовались специальные методы, и гистология мозга продвигалась вперед прерывистыми импульсами, каждая направленная струя отмечала внедрение какого-либо остроумного усовершенствования механической техники, которое дало в руки исследователей новое оружие.

Самое начало было положено в 1824 году Роландо, который первым додумался разрезать химически затвердевшие кусочки тканей мозга на тонкие срезы для микроскопического исследования — базальной структуры, на которой были основаны почти все последующие достижения. В настоящее время Мюллер обнаружил, что раствор бихромата калия является лучшей жидкостью для предварительной консервации и укрепления тканей. Стиллинг в 1842 году усовершенствовал этот метод, введя обычай делать серию последовательных срезов одной и той же ткани, чтобы проследить нервные пути и установить пространственные связи. Затем время от времени механическая изобретательность добавляла свежие детали усовершенствования. Было обнаружено, что чрезвычайно тонкие кусочки затвердевшей ткани можно сделать более пригодными для манипуляций, пропитав их коллодием или целлоидином и поместив в парафин. В последнее время стало обычным вырезать срезы также из свежих тканей, не подвергшихся воздействию химикатов, путем их внезапного замораживания испаряющимся эфиром или, что еще лучше, углекислотой. С помощью этих методов и усовершенствованных микротомов современные исследователи получают срезы тончайших тканей мозга, к которым ранние исследователи не могли приблизиться.

Но даже более важным, чем вырезание тонких срезов, является процесс, позволяющий сделать видимыми различные части среза, отличить одну ткань от другой. Тонкий срез, когда первые рабочие исследовали его, был практически бесцветным, и даже самые грубые детали его структуры были различимы с большим трудом. Ремаку действительно удалось обнаружить, что ткань мозга клеточная, еще в 1833 году, а Эренберг в том же году увидел, что она также фибриллярная, но помимо этого не было достигнуто большого прогресса до 1858 года, когда был получен внезапный импульс от нового процесса, введенного Герлахом. Сам процесс был самым простым и, по сути, состоял не более чем из обработки микроскопического среза раствором кармина. Но результат был замечательным, потому что, когда такой участок

поместили под линзу, он больше не казался однородным. Сквозь его вещество просвечивали неправильные тела, которые приобрели красивый цвет, в то время как матрица, в которую они были встроены, оставалась незапятнанной. Одним словом, центральная нервная клетка внезапно оказалась на виду.

Эта нервная клетка, или ганглиозная клетка, как ее стали называть, оказалась чрезвычайно интересным организмом. Было замечено, что он чрезвычайно мал по размеру, и для того, чтобы сделать его видимым, требовалась большая мощность микроскопа. Он существует почти в бесконечном количестве, однако не разбросан случайным образом по головному и спинному мозгу. Напротив, он ограничен теми участками центральной нервной системы, которые невооруженному глазу кажутся серыми по цвету, поскольку в них совершенно отсутствует белое вещество, составляющее основную массу мозга. Даже в сером веществе, хотя иногда и густо распределенные, ганглиозные клетки никогда по-настоящему не соприкасаются друг с другом; они всегда находятся в межклеточных тканях, которые вслед за Вирховом стали известны как нейроглия.

Было замечено, что каждая ганглиозная клетка имеет неправильную форму и отходит от нее двумя наборами мельчайших волокон, один набор относительно короткий, неопределенно многочисленный и разветвляющийся во всех направлениях; другой набор ограничен по количеству, иногда даже единичный, и начинается непосредственно от клетки, как будто собирается в более длительное путешествие. Многочисленные нити стали известны как протоплазматические отростки; другое волокно было названо в честь его первооткрывателя осевым цилиндром Дейтерса. Это был естественный вывод, хотя и не поддающийся четкой демонстрации на разрезах, что эти нитевидные отростки являются связующими звеньями между различными нервными клетками, а также каналами связи между нервными клетками и периферией тела. Белое вещество головного мозга и спинного мозга, по-видимому, состоит из таких соединительных волокон, которые повсюду приводят различные ганглиозные клетки в связь друг с другом.

В попытке проследить соединительные нервные пути через это белое вещество макроскопическими или микроскопическими методами наиболее важную помощь оказывает метод, предложенный Уоллером в 1852 году. Еще раньше, в 1839 году, Нассе обнаружил, что перерезанный нервный канатик дегенерирует в своих периферических отделах. Уоллер обнаружил, что каждое нервное волокно, сенсорное или двигательное, имеет нервную клетку, к которой оно ведет, которая определяет его питание, так что оно может сохранять свою жизнеспособность только до тех пор, пока его связь с этой клеткой не нарушена. Такие клетки он назвал трофическими центрами. Например, определенные клетки передней части спинного мозга являются трофическими центрами спинномозговых двигательных нервов. Другие трофические центры, управляющие нервными путями в самом спинном мозге, находятся в различных областях головного мозга. Уоллеру пришло в голову, что, разрушая такие центры или разрывая связь в различных областях между нервным трактом и его трофическим центром, можно вызвать дегенерацию четко очерченных путей, и впоследствии их местоположение можно точно определить, поскольку дегенерированные ткани приобретают измененный вид как при макроскопическом, так и при микроскопическом наблюдении. Признание этого принципа, таким образом, дало экспериментатору новое оружие огромной эффективности в отслеживании нервных связей. Более того, тот же принцип широко применяется в случае заболевания

человека, такого как поражение нервных путей или разрушение центров локализованными опухолями, эмболиями или травмами.

Все эти различные методы анатомического исследования в совокупности делают почти неизбежным вывод о том, что центральные ганглиозные клетки являются настоящими "центрами" нервной деятельности, на которые указывало так много других направлений исследований. Этот вывод был подкреплён экспериментами исследователей двигательной локализации, которые показали, что истинные центры их открытия явно лежат в серой коре головного мозга, а не в белом веществе. Но полное доказательство пришло из патологии. В руках множества наблюдателей было показано, что при некоторых хорошо известных заболеваниях спинного мозга, приводящих к параличу, разрушаются сами ганглиозные клетки. Аналогичным образом, в случае страдающих хроническим безумием с выраженной деменцией обнаруживается, что ганглиозные клетки коры головного мозга подверглись дегенерации. Мозг паретиков, в частности, демонстрирует такую дегенерацию, что поразительно соответствует их умственному упадку. Положение ганглиозной клетки как высшего центра нервной деятельности, таким образом, не подлежало сомнению.

Между тем, поскольку гистологическая схема Герлаха, согласно которой масса белого вещества головного мозга представляет собой переплетение межклеточных фибрилл, получила всеобщее признание, казалось достижимым приблизительное представление о том, каким образом ганглионарная активность коррелирует и, посредством ассоциации, встроена, так сказать, в высшие психические процессы. Такая концепция прекрасно соответствовала идеям ассоциационистов, которые теперь стали доминирующими в психологии. Но одна постоянная загадка сопровождала это удовлетворительное в других отношениях соотношение анатомических наблюдений и психоанализа. Суть заключалась в следующем: поскольку, по словам гистолога, межклеточные волокна, по которым передаются импульсы, соединяют каждую клетку мозга, прямо или косвенно, с любой другой клеткой мозга в бесконечной сети, как возможно, что различные группы клеток могут время от времени быть изолированы друг от друга? Такая изоляция должна иметь место, поскольку целостность любого нормального мышления зависит в равной степени от исключения огромной массы ассоциаций, как и от включения определенных других ассоциаций. Например, студент, решающий математическую задачу, должен на данный момент совершенно забыть об особых ассоциациях, связанных с географией, естественной историей и тому подобным. Но дает ли гистология какой-либо ключ к пониманию того, каким образом может быть осуществлено такое выделение?

Были предприняты попытки найти ответ путем рассмотрения весьма своеобразного характера кровоснабжения головного мозга. Здесь, как нигде больше, терминальные ответвления артерий расположены замкнутыми системами, не анастомозирующими свободно с соседними системами. Таким образом, очевидно, что ограниченная область мозга может, благодаря контролирующему влиянию сосудодвигательных нервов, наполняться артериальной кровью, в то время как соседние части остаются относительно анемичными. И поскольку жизнедеятельность, несомненно, частично зависит от снабжения артериальной кровью, можно с полным основанием предположить, что такое специфическое устройство сосудистого механизма способствует локализованной активности центральных нервных узлов. Но это объяснение оставляло желать лучшего, особенно если вспомнить, что любой высший интеллект, по всей вероятности, должен включать множество широко разбросанных центров.

Однако лучшего объяснения не последовало до 1889 года, когда внезапно тайна была рассеяна новым открытием. Незадолго до этого итальянский гистолог доктор Камиль Гольджи открыл метод пропитки затвердевших тканей мозга раствором нитрата серебра, в результате чего нервные клетки и их отростки окрашиваются почти бесконечно лучше, чем это было возможно с помощью методов Герлаха или любого другого из разнообразных методов, внедренных другими исследователями. Теперь впервые стало возможным определенно проследить клеточные удлинения до их концов, поскольку более тонкие фибриллы не были видны ни при одном из предыдущих методов лечения. Сам Гольджи доказал, что набор фибрилл, известных как протоплазматические продолжения, оканчиваются свободными концами и не имеют прямой связи ни с одной клеткой, кроме той, из которой они происходят. Он показал также, что цилиндры оси выделяют множество боковых ответвлений, о которых до сих пор не подозревали. Но здесь он сделал паузу, упустив реальную важность открытия, к разгадке которого он упорно шел. Испанскому гистологу доктору С. Рамону-и-Кахаль оставалось продолжить исследование с помощью усовершенствованного применения метода окрашивания Гольджи и продемонстрировать, что осевые цилиндры вместе со всеми их коллатеральными ответвлениями, хотя иногда и простираются на большое расстояние, все же в конечном итоге оканчиваются, как и другие клеточные продолжения, древовидными фибриллами, имеющими свободные оконечности. Одним словом, было показано, что каждая центральная нервная клетка с ее фибриллярными ответвлениями является изолированным образованием. Вместо того чтобы находиться в физической связи со множеством других нервных клеток, он не имеет прямой физической связи ни с какой другой нервной клеткой вообще.

Когда доктор Кахаль объявил о своем открытии в 1889 году, его революционные заявления, что вполне естественно, поразили массу гистологов. Однако среди них было несколько человек, которые не были совсем неподготовленными к этому открытию; в частности, Он, который наполовину подозревал независимость клеток, потому что они, казалось, развивались из диссоциированных центров; и Форел, который основывал подобное подозрение на том факте, что ему никогда не удавалось на самом деле проследить волокно от одной клетки к другой. Затем эти наблюдатели с готовностью повторили эксперименты Кахала. То же самое сделал ветеран-гистолог Колликер, а вскоре после этого и все лидеры во всем мире. Результатом стало практически единодушное подтверждение заявлений испанского гистолога, и в течение нескольких месяцев после его заявлений старая теория объединения нервных клеток в бесконечную сетку была полностью отброшена, а теория изолированных нервных элементов — теория нейронов, как ее стали называть, — полностью утвердилась на своем месте.

Что касается того, как функционируют эти изолированные нервные клетки, доктор Кахаль дал ключ к разгадке с самого начала, и его объяснение встретило всеобщее одобрение.

При модифицированном представлении нервная клетка сохраняет свое старое положение хранилища нервной энергии. Каждая из нитей, выступающих из клетки, как и прежде, действительно является передатчиком импульсов, но передатчиком, который работает с перерывами, подобно телефонному проводу, который не всегда "подключен", и, подобно этому проводу, нервное волокно работает за счет контакта, а не за счет непрерывности. При надлежащей стимуляции концы фибрилл вытягиваются, вступают в контакт с другими концевыми фибриллами других клеток и проводят предназначенный им импульс. Они снова вытягиваются, и на время связь между этими конкретными клетками прекращается. Тем временем, благодаря различному расположению различных проводников, различные наборы

клеток подключаются к общению, вызываются различные ассоциации нервных импульсов, зарождаются различные направления мыслей. Каждая фибрилла при втягивании становится непроводником, но при растяжении и в контакте с другой фибриллой или с телом другой клетки она передает свое сообщение так же легко, как и непрерывная нить накала - точно так же, как в случае с электрическим проводом.

Эта концепция, основанная на наиболее осязаемой анатомической основе, позволяет нам ответить на вопрос о том, как выделяются идеи, а также, как указывает доктор Кахаль, проливает новый свет на многие другие психические процессы. Например, имея в виду гибкие продолжения нервов, можно представить, как новые направления мышления могут зародиться благодаря новым ассоциациям клеток; как легкость мышления или действия в определенных направлениях приобретаетсся благодаря привычному установлению определенных связей между нервными клетками; как определенные фрагменты знаний могут ускользать из нашей памяти и какое-то время отказываться обнаруживаться из-за временной неспособности нервных клеток устанавливать надлежащие связи, и так далее до бесконечности.

Если сравнить каждую нервную клетку с центральным телефонным аппаратом, каждое из ее нитевидных продолжений - с телефонным проводом, то можно представить себе поразительную аналогию между способом действия нервных процессов и телефонной системой. Полезность новых подключений в центральном офисе, бесполезность механизма, когда соединения не могут быть установлены, "используемые провода", которые задерживают ваше сообщение, возможно, даже перекрещивание проводов, принося вам набор звуков, сильно отличающихся от того, что вы хотите, — все это и множество других вещей, которые будут представляться каждому пользователю телефона, можно представить как почти нелепые параллели в работе нервного механизма. И эта параллель, какой бы поразительной она ни казалась, не просто тщетная фантазия. Оно поддерживается и становится правдоподобным благодаря надежному фундаменту знаний об анатомических условиях, при которых существует центральный нервный механизм, и при отсутствии которых, как с не меньшей достоверностью демонстрирует патология, его функционирование бесполезно для создания нормальных проявлений высшего интеллекта.

Х. НОВАЯ НАУКА ВОСТОЧНАЯ АРХЕОЛОГИЯ

КАК БЫЛА ПРОЧИТАНА "ЗАГАДКА СФИНКСА"

На видном месте в большом зале египетских древностей Британского музея находится замечательная скульптура, известная как Розеттский камень. Я сомневаюсь, что какой-либо другой экспонат на всей выставке привлекает столько внимания случайного посетителя, как эта плита из черного базальта на пьедестале, похожем на телескоп. Сам зал, несмотря на изобилие

необычных скульптурных украшений, никогда не бывает переполнен, но перед этим камнем вы почти всегда можете найти кого-нибудь стоящего, с большей или меньшей проницательностью разглядывающего странные символы, аккуратно выгравированные на его перевернутой, защищенной стеклом поверхности. Одного взгляда на эту гравированную поверхность достаточно, чтобы показать, что на ней зафиксированы три набора надписей. Верхний, занимающий примерно четверть поверхности, представляет собой изображенный свиток, состоящий из цепочек тех странных очертаний змей, ястребов, львов и так далее, которые распознаются даже наименее посвященными как иероглифы. Средняя надпись, состоящая из линий, углов и полукругов, можно было бы предположить, что это своего рода сокращенный иероглиф, написанный от руки. Третья или более низкая надпись греческая — очевидно, она состоит из слов. Если надписи наверху тоже состоят из слов, только избранные могут каким-либо образом доказать этот факт.

К счастью, однако, даже у наименее образованного наблюдателя не остается сомнений относительно реального значения того, что он видит, поскольку услужливая английская этикетка сообщает нам, что эти три надписи являются воспроизведением одного и того же послания и что это послание представляет собой "указ жрецов Мемфиса о воздании божественных почестей Птолемею V (Эпифену), царю Египта, 195 г. до н.э.". Далее на этикетке указывается, что верхняя надпись (от которой, к сожалению, сохранилась только часть последней дюжины строк или около того, плита была разбита) сделана "египетским языком, иероглифами, или письменами жрецов"; вторая надпись "на том же языке - демотическим, или письменностью народа"; и третья "греческим языком и иероглифами". Ниже приводится краткая биография самого Розеттского камня следующего содержания: "Камень был найден французами в 1798 году среди руин форта Сен-Жюльен, недалеко от Розеттского устья Нила. Она перешла в руки британцев по Александрийскому мирному договору и была передана на хранение в Британский музей в 1801 году". В этой краткой надписи заключен целый том истории — и брошено горькое жало, если читатель случайно окажется французом. И все же вряд ли можно было бы изложить факты более скромно. Гораздо более откровенно они отражены в высеченной надписи на боковой стороне камня, которая гласит: "Захвачен в Египте британской армией в 1801 году". Ни один француз не мог прочитать эти слова без настоящего замирания сердца.

Ценность Розеттского камня зависела от того факта, что даже при случайном осмотре он обещал дать ключ к многовековой тайне иероглифов. На две тысячи лет секрет этих странных отметин был забыт. Нигде в мире — в Египте их было так же мало, как и где-либо еще, - ни один человек не имел ни малейшего представления об их значении; были те, кто даже сомневался, действительно ли эти забавные изображения имели какое-то конкретное значение, задаваясь вопросом, не были ли они довольно расплывчатыми символами эзотерического религиозного значения и не более того. И именно Розеттский камень дал ответ этим сомневающимся и вернул миру утраченный язык и забытую литературу.

Попечители музея сразу поняли, что проблема Розеттского камня - это та проблема, над которой ученые всего мира вполне могут исчерпать свою изобретательность, и незамедлительно опубликовали миру тщательно отлитографированную копию всей надписи, чтобы иностранные ученые имели равные с британскими возможности разгадать загадку. Однако именно англичанин первым получил ключ к разгадке. Это был не кто иной, как выдающийся доктор Томас Янг, продемонстрировавший вибрационную природу света.

Конкретные открытия Янга заключались в следующем: (1) что многие изображения иероглифов обозначают названия объектов, которые на самом деле обозначены; (2) что другие изображения иногда носят лишь символический характер; (3) что множественное число представлено повторением; (4) что цифры представлены черточками; (5) что иероглифы могут читаться либо справа, либо слева, но всегда с направления, в котором обращены фигуры животных и людей; (6) что имена собственные окружены выгравированным овальным кольцом, образующим то, что он назвал символом. картуш; (7) что картуши сохранившейся части Розеттского камня обозначают только имя Птолемея; (8) что присутствие женской фигуры после таких картушей в других надписях всегда указывает на женский пол; (9) что внутри картушей иероглифические символы имеют положительное фонетическое значение, будь то буквенное или слоговое; и (10) что несколько разных символов могут иметь одинаковое фонетическое значение.

Именно на то, что представляют собой эти фонетические значения, Янг указал в случае с четырнадцатью знаками, представляющими девять звуков, шесть из которых сегодня признаны правильно представляющими буквы, которым он их приписал, а три других - правильными в отношении их основного или согласного элемента. Таким образом, ясно, что до сих пор он был на правильном пути и находился на самой грани полного открытия. Но, к сожалению, он не смог сделать следующий шаг, который заключался бы в осознании того, что те же фонетические значения, которые были присвоены буквенным знакам внутри картушей, часто приписывались им и при использовании в общем тексте надписи; другими словами, что использование алфавита не ограничивалось именами собственными. Это был великий секрет, который упустил Янг и который его французский преемник Жан Франсуа Шампольон, работая на фундаменте, заложенном Янгом, смог раскрыть.

Первоначальные исследования Розеттского камня Янгом были сделаны в 1814 году; его более поздняя публикация датирована 1819 годом. Первое объявление Шампольоном результатов было сделано в 1822 году; второе и более важное - в 1824 году. К этому времени, изучая картуши других надписей, Шампольон разобрал почти полный алфавит, и "загадка Сфинкса" была практически разгадана. Он доказал, что египтяне разработали относительно полный алфавит (в основном пренебрегая гласными, как это было и в ранних семитских алфавитах) за столетия до того, как в истории появились сведения о финикийцах. Какое отношение этот алфавит имел к финикийскому, у нас будет возможность спросить в другой связи; пока достаточно знать, что эти странные рисунки на египетском свитке на самом деле являются буквами.

Однако даже это утверждение должно быть в некоторой степени изменено. Эти картинки представляют собой буквы и нечто большее. Некоторые из них имеют чисто алфавитный характер, а некоторые - символический по-другому. Некоторые символы представляют собой слоги. Другие иногда выступают просто как представители звуков, и опять же, в более широком смысле, как изображения вещей, какими, несомненно, были все иероглифы в начале. Одним словом, это алфавит, но не совершенный алфавит, к которому привыкли современные народы; отсюда огромные сложности, которые он представлял для первых исследователей.

Шампольон не дожил до того, чтобы разгадать все эти тайны. Его работа была продолжена и расширена его учеником Росселлини, и в частности доктором Ричардом Лепсиусом в Германии, за которым последовали М. Бернуф и Сэмюэл Берч из Британского музея, а совсем недавно такими известными египтологами, как М. Масперо, Мариетт и Шабас во Франции,

доктор Бругш в Германии и доктор Э. Уоллис Бадж, нынешний глава отдела восточных древностей Британского музея. Но задача более поздних исследователей заключалась в основном в эксгумации и переводе записей, а не в методах поиска.

СОКРОВИЩА ИЗ НИНЕВИИ

Самый случайный посетитель Британского музея вряд ли сможет не заметить две пары массивных скульптур, в одном случае крылатых быков, в другом крылатых львов, оба с человеческими головами, которые охраняют вход в египетский зал, рядом с Розеттским камнем. Каждая пара этих странных существ когда-то охраняла вход во дворец царя в знаменитом городе Ниневия. Когда человек стоит перед ними, его мысли переносятся примерно на двадцать семь прошедших столетий, в те дни, когда "Ливанский кедр" был "прекрасен в своем величии" и был бедствием Израиля.

Например, сами Скульптуры, стоящие перед нами, возможно, были замечены Ионой, когда он совершал то знаменитое путешествие в Ниневию примерно за семьсот или восемьсот лет до н.э. Немного позже вавилоняне и мидяне восстали против ассирийской тирании и напали на прекрасный город Ниневию и почти буквально сравняли его с землей. Но эти великие скульптуры, помимо всего прочего, избежали разрушения, и, сразу же скрытые и сохраненные накопившимися за века обломками, они стояли там век за веком, само их существование было совершенно забыто. Когда Ксенофонт проходил мимо их места со злополучной экспедицией десяти тысяч человек в 400 году до нашей эры, он увидел только курган, который, казалось, отмечал место каких-то древних руин; но грек и не подозревал, что смотрит на место того города, который всего два столетия назад был владычицей мира.

Так эфемерна слава! И все же мораль едва ли справедлива в дальнейшем; ибо мы, сегодняшние, в этом новом, невообразимом западном мире, видим эти свидетельства ассирийского величия свежими после их двух с половиной тысяч лет погребения, а вместе с ними и записи, которые восстанавливают нам историю этого давно забытого народа в таких деталях, каких не было известно ни одному предыдущему поколению со времен падения Ниневии. В течение двух тысяч пятисот лет никто не видел этих сокровищ и не знал, что они существуют. Сто поколений людей приходили и уходили, ни разу не произнеся имени царей Салманасара, или Асумазирпала, или Ашурбанипала. И сегодня, после этих столетий забвения, эти имена возвращены в историю, и, благодаря характеру их памятников, им обеспечена неизменная слава, которая может почти бросить вызов самому времени. Не было бы ничего странного, скорее в соответствии с их предыдущими удачливыми поворотами судьбы, если бы имена Ашурназирпала и Ашурбанипала были знакомы как нарицательные будущим поколениям, которые забыли о существовании Александра, Цезаря и Наполеона. Ибо, когда будущий новозеландец Маколей исследует руины Британского музея, записи древних ассирийцев, предположительно, все еще будут там в целости и сохранности, чтобы рассказать их историю так, как они рассказали ее нашему поколению, хотя каждая рукопись и печатная книга, возможно, превратились в хрупкую текстуру.

Но прошлое ассирийских скульптур достаточно некромантично, не создавая для них некромантического будущего. История их восстановления похожа на блестящий исторический роман. До середины нынешнего столетия пыливый ученик мог примерно за час узнать все, что было известно на самом деле и в сказках о знаменитом городе Ниневия. Ему достаточно было прочитать несколько глав Библии и несколько страниц Диодора, чтобы исчерпать всю важную

литературу по этому вопросу. Если бы он обратился также к страницам Геродота и Ксенофонта, Юстина и Элиана, они послужили бы главным образом подтверждением подозрения, что сами греки почти ничего не знали об истории своих знаменитых восточных предшественников. Современные басни повествуют о первом царе Нине и его чудесной царице Семирамиде; о Сеннахерибе завоевателе; о женоподобном Сарданапале, который пренебрег воинственными обычаями своих предков, но в конце концов славно погиб вместе с самой Ниневией в самочинном холокосте. И это было все. Сколько из этого было историей, сколько мифом, никто не мог сказать; и, несмотря на все подозрения в обратном, никто никогда не мог знать. И сегодня современные записи об этом городе представлены перед нами в таком изобилии, с которым не может соперничать ни одна другая нация древности, за исключением одного Египта. Под рукой имеются целые библиотеки ассирийских книг, написанных в седьмом веке до нашей эры. Следует понимать, что это сами оригинальные книги, а не копии. Автор того далекого времени обращается к нам напрямую, из первых рук, без посредничества переписчика. И до нас не дошло ни строчки из какой-либо еврейской или греческой рукописи аналогичного возраста; мало что может сравниться с этими древними книгами на тысячу лет. Когда кто-то читает Моисея или Исая, Гомера, Гесиода или Геродота, он всего лишь следует транскрипции — часто несомненно ошибочной и, вероятно, далеко не во всех частях совершенной — переписчиков последующих поколений. Например, самый старый известный экземпляр Библии датируется, вероятно, четвертым веком нашей эры, через тысячу или более лет после того, как были сделаны, прочитаны, похоронены и забыты последние ассирийские записи.

В Ассирии был по крайней мере один царь, а именно Ашурбанипал, дворец которого мог похвастаться библиотекой примерно в десять тысяч томов — библиотекой, если вам угодно, в которой книги были пронумерованы и систематически расставлены по полкам, а также классифицированы и обслуживались официальным библиотекарем. Если вы хотите увидеть некоторые документы этой замечательной библиотеки, вам достаточно пройти мимо крылатых львов Асурназирпала и войти в ассирийский зал, расположенный сразу за углом от Розеттского камня. Действительно, огромные каменные плиты, из которых вырезаны сами львы, в некотором смысле являются книгами, поскольку на их поверхности начертаны письменные свидетельства. С первого взгляда видны странные символы, которыми написаны эти записи, аккуратно выгравированные прямыми линиями поперек камня и при поверхностном рассмотрении кажущиеся не чем иным, как случайными пролетами наконечников стрел. Сходство настолько поразительно, что иногда его называют символом в виде наконечника стрелы, хотя более широко он известен как клиновидный символ. Однако надписи на боках львов - это всего лишь временные книги. Но настоящие книги находятся не дальше, чем в следующей комнате за залом Асурназирпала. Они занимают часть ряда витрин, расположенных в центре этой комнаты. Возможно, не будет преувеличением сказать об этой коллекции как о самом необычном наборе документов из всех редких сокровищ Британского музея, поскольку в нее входят не только книги, но и государственные и частные письма, деловые объявления, брачные контракты — словом, все виды письменных документов, которые входят в повседневную жизнь интеллигентного и культурного сообщества.

Но каким чудом такие документы сохранились на протяжении всех этих веков? Один взгляд делает тайну очевидной. Это просто случай материалов, которым не подвластно время. Каждый из этих ассирийских документов выглядит и на самом деле является ни чем иным, как фрагментом кирпича с надписью, во многом напоминающим по цвету и текстуре

выветрившуюся терракотовую плитку современного производства. Эти плиты обычно имеют овальную или продолговатую форму, от двух или трех до шести или восьми дюймов в длину и около дюйма в толщину. Первоначально каждый из них представлял собой кусок кирпичной глины, на котором писец делал углубления для наконечников стрел каким-либо инструментом с острыми углами, после чего документ придавал ему постоянный вид путем обжига. Конечно, они несколько хрупки, как и все кирпичи, и многие из них в той или иной степени раскрошились при разрушении дворца в Ниневии; но для разрушительного воздействия простого времени они почти неуязвимы, как почти все в природе. Следовательно, эти записи о далекой цивилизации сохранились до нас, в то время как аналогичные записи о таких более поздних цивилизациях, как греческая, полностью исчезли, подобно тому, как кремневые орудия пещерного жителя дошли до нас в неизменном виде, в то время как железные орудия гораздо более поздней эпохи рассыпались.

КАК БЫЛИ ПРОЧИТАНЫ ЗАПИСИ

В конце концов, при таком выборе материалов нет ничего экстраординарного в самом факте сохранения этих древних записей. Безусловно, это огромная заслуга предприятия девятнадцатого века в том, что оно разыскало их и вернуло к свету. Но настоящим чудом в связи с ними является тот факт, что наука девятнадцатого века должна была дать нам не сами материальные документы, а знание их действительного содержания. Полет наконечников стрел на стене, или плите, или крошечном кирпичике, несомненно, имеет значение; но как нам угадать это значение? Это должны быть слова; но какие слова? Иероглифы египтян были достаточно загадочны, по совести говоря; и все же, в конце концов, их символы обладают определенной внушаемостью, тогда как в непрерывной последовательности этих клинописных черточек нет ничего, что могло бы обещать ментальный рычаг воздействия. И все же современный ассирийский ученый может интерпретировать эти странные записи почти так же легко и уверенно, как ученый-классик интерпретирует греческую рукопись. И это свидетельствует об одном из величайших триумфов науки девятнадцатого века, ибо за почти две тысячи лет до нашего столетия не жил ни один человек, для которого эти странные надписи не были бы столь же бессмысленны, как для самого обычного прохожего, который смотрит на них со смутным изумлением здесь, в музее, сегодня. Ибо ассирийский язык, как и египетский, был поистине мертвым языком; не просто перешедшим из практического повседневного употребления в чулан ученого, подобно греческому или латыни, но совершенно забытым всем миром. В таком случае не что иное, как чудо, что его удалось восстановить.

Справедливо будет добавить, что это восстановление, вероятно, никогда не было бы осуществлено ни с ассирийским, ни с египетским, если бы умирающий язык не оставил родственного преемника; ибо возможности современной лингвистики, хотя и велики, на самом деле не являются чудесами. Но, к счастью, язык, однажды возникший, не исчезает полностью; он просто изживает себя и постепенно вытесняется, а его преемник сохраняет многие следы своего происхождения. Итак, точно так же, как латынь, например, имеет своих живых представителей в итальянском и других романских языках, язык Ассирии представлен родственными семитскими языками. Однако, как оказалось, они помогли скорее на более поздних стадиях изучения ассирии, чем в самом начале; и первый ключ к разгадке клинописи пришел по несколько иному каналу.

Достаточно любопытно, что ключ к разгадке дала надпись на трех языках, как и в случае с Розеттским камнем, хотя и с очень разительной разницей. Трехязычная надпись, о которой сейчас идет речь, вместо того, чтобы быть небольшим переносным памятником, покрывает поверхность массивного утеса в Бехистуне в западной Персии. Более того, все три его надписи выполнены клинописью, и все три написаны на языках, которые в начале нашего века были абсолютно неизвестны. Саму эту надпись, как поразительный памятник неизвестного значения, видели последующие поколения. Традиция приписывала его, как мы узнаем от Ктесия через Диодора, легендарной ассирийской царице Семирамиде. Традиция была весьма виновата в этом; но только недавно знание помогло это исправить. Надпись, как теперь известно, на самом деле была сделана около 515 года до н.э. по просьбе Дария I., персидского царя, некоторые деяния которого в ней рассказываются на трех основных языках его широко разбросанных подданных.

Человеком, который с реальным риском для жизни скопировал эту замечательную надпись и, интерпретировав ее, стал настоящим "отцом ассириологии", был английский генерал сэр Генри Роулинсон. Его подвиг стал еще одним британским триумфом над теми же соперниками, которые боролись за Розеттский камень; за несколько лет до этого правительство Франции направило нескольких французских исследователей специально для копирования этой странной записи, и они сообщили, что добраться до надписи невозможно. Но британскому мужеству это показалось не таким, и в 1835 году Роулинсон взобрался на опасную высоту и сделал бумажный слепок примерно половины надписи. Дипломатические обязанности отвлекли его от этой работы на несколько лет, но в 1848 году он вернулся к ней и завершил копирование всех частей надписи, которые избежали разрушительного воздействия времени. И теперь в руках был материал для новой науки, которую вскоре сам генерал Роулинсон с помощью множества других приступил к разработке.

Ценность этой уникальной надписи заключается в том, что ее третьим языком является древнеперсидский. По-видимому, древние персы переняли клинопись у своих западных соседей, ассирийцев, но при этом внесли одну из тех существенных модификаций и усовершенствований, которые едва ли возможно осуществить, кроме как при переходе от одной расы к другой. Вместо того чтобы создавать с помощью наконечника стрелы множество слоговых символов, включая множество омофонов, как это было и продолжает быть обычаем у ассирийцев, персы выбрали несколько из этих символов и приписали им фонетические значения, которые были почти чисто алфавитными. Одним словом, сохранив клин в качестве основного штриха своей письменности, они разработали алфавит, проведя последний замечательный анализ фонетических звуков, который даже по сей день ускользнул от китайского языка, который египтяне осуществили лишь частично и который, по признанию греков, привнесли финикийцы в западный мир. В дополнение к этому важнейшему шагу персы ввели незначительный, но очень удобный обычай отделять слова предложения друг от друга особым знаком, отличаясь в этом отношении не только от ассирийцев и египтян, но и от ранних греческих писцов.

Благодаря этим упрощениям древнеперсидский язык был практически восстановлен примерно в начале девятнадцатого века усилиями немецкого Гротефенда, и дальнейшие успехи в нем были достигнуты как раз в это время Ренуфом во Франции и Лассеном в Германии, а также самим Роулинсоном, который в значительной степени решил проблему персидского алфавита самостоятельно. Таким образом, персидская часть Бехистунской надписи может быть хотя бы

частично расшифрована. Это само по себе, однако, не оказало бы большой помощи в восстановлении языков других частей, если бы, к счастью, надпись не была испещрена именами собственными. Имена собственные, вообще говоря, не переводятся с одного языка на другой, а транслитерируются настолько близко, насколько позволяет гениальность языка. Именно тот факт, что греческое слово Ptolemaics было транслитерировано на Розеттском камне, дал первый ключ к пониманию звучания египетских иероглифов. Если бы сохранилась верхняя часть Розеттского камня, на котором первоначально было несколько других имен, Янг не остановился бы на том, что он сделал при расшифровке.

Но фортуна, которая была одновременно столь благосклонна и столь соблазнительна в случае с Розеттским камнем, обошлась более мягко с бехистунскими надписями; ибо не менее девяноста имен собственных сохранились в персидской части и продублированы другим символом в ассирийской надписи. Изучение их дало ключ к пониманию звуков ассирийских иероглифов. Расшифровка этого иероглифа, однако, даже с такой помощью оказалась чрезвычайно сложной, поскольку вскоре стало очевидно, что здесь речь шла уже не о почти совершенном алфавите из нескольких знаков, а о слоговом словаре из нескольких сотен знаков, включая множество омофонов или различных форм для представления одного и того же звука. Но с персидским переводом в качестве руководства, с одной стороны, и семитскими языками, к семейству которых принадлежал ассирийский, с другой, ужасающая задача была постепенно выполнена, ведущими исследователями были генерал Роулинсон, профессор Хинкс и мистер Фокс-Тэлбот в Англии, профессор Жюль Опперт в Париже и профессор Джулиан Шрейдер в Германии, хотя вскоре в поле зрения появилось множество других ученых.

Этот великий лингвистический подвиг был совершен примерно в середине девятнадцатого века. Но это был настолько великий подвиг, что многие ученые самого высокого уровня, включая Джозефа Эрнеста Ренана во Франции и сэра Г. Корнуолла Льюиса в Англии, сначала отказались принять результаты, утверждая, что ассириологи просто обманули самих себя, создав произвольный язык. Этот вопрос был подвергнут проверке в 1855 году по предложению мистера Фокса-Тэлбота, когда четверо ученых, одним из которых был сам мистер Тэлбот, а другими - генерал Роулинсон, профессор Хинкс и профессор Опперт, представили Королевскому азиатскому обществу свои независимые интерпретации непереведенного до сих пор ассирийского текста. Комитет общества, в состав которого входил величайший английский историк столетия Джордж Грот, взломал печати четырех переводов и сообщил, что они нашли их недвусмысленно совпадающими в том, что касается их основного смысла, и даже удивительно единообразными в том, что касается фразеологии некоторых отрывков — короче говоря, настолько похожими, насколько когда-либо были переводы с малоизвестных текстов на любом трудном языке. Это решение придало работе ассириологов официальный статус, и с тех пор надежность их метода никогда не подвергалась сомнению. Отныне ассириология была устоявшейся наукой.

ПРИЛОЖЕНИЕ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ГЛАВА I. СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

(1) Роберт Бойль, Философские труды (3 тома). Лондон, 1738 год.

ГЛАВА II. ИСТОКИ СОВРЕМЕННОЙ ХИМИИ

(1) Полный отчет о споре, получившем название "Водный спор", смотрите в "Жизни достопочтенного". Генри Кавендиш, Джордж Уилсон, доктор медицины, F.R.S.E. Лондон, 1850.

(2) Генри Кавендиш, в филологии. Пер. за 1784 год, стр. 119.

(3) Жизнеописания философов времен Георга III., Генри, лорд Броэм, F.R.S., стр. 106. Лондон, 1855.

(4) Эксперименты и наблюдения над различными видами воздуха, Джозеф Пристли (3 тома). Бирмингем, 790, том. II, стр. 103-107.

(5) Лекции Джозефа Пристли по экспериментальной философии, лекция IV, стр. 18, И. Дж. Джонсон, Лондон, 1794.

(6) Переведено с книги Шееле "Om Brunsten, eller Magnesia, och dess Egenakaper". Стокгольм, 1774, и опубликовано в качестве переиздания Alembic Club, № 13, 1897, стр. 6.

(7) По мнению некоторых авторов, это было обнаружено Берцелиусом.

(8) Histoire de la Chimie, par Ferdinand Hoefer. Париж, 1869, Т. CL, стр. 289.

(9) "Элементы химии" Антона Лорана Лавуазье, перевод Роберта Керра, стр. 8. Лондон и Эдинбург, 1790.

(10) Там же, стр. 414-416.

ГЛАВА III. ХИМИЯ СО ВРЕМЕН ДАЛТОНА

(1) Сэр Хамфри Дэви, в филологии. Пер., том. VIII.

ГЛАВА IV. АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ В ВОСЕМНАДЦАТОМ ВЕКЕ

(1) Баас, История медицины, стр. 692.

(2) Основано на президентском обращении Томаса Х. Хаксли к Британской ассоциации содействия развитию науки в 1870 году.

(3) "Очерки о пищеварении" Джеймса Карсона. Лондон, 1834, стр. 6.

(4) Там же, стр. 7.

(5) Джон Хантер, "О пищеварении в желудке после смерти", первое издание, стр. 183-188.

(6) Эразм Дарвин, Ботанический сад, стр. 448-453. Лондон, 1799.

ГЛАВА V. АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ В ДЕВЯТНАДЦАТОМ ВЕКЕ

(1) Теория Земли барона де Кювье. Нью-Йорк, 1818, стр. 123.

(2) Об органах и способе оплодотворения орхидеи и Асклепиадеи, Роберт Браун, эсквайр, в "Разных ботанических работах". Лондон, 1866, том I., стр. 511-514.

(3) Джастин Либих, Химия животных. Лондон, 1843, стр. 17f.

ГЛАВА VI. ТЕОРИИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ

(1) "Очерк о метаморфозах растений" Гете, переведенный для настоящей работы из Grundriss einer Geschichte der Naturwissenschaften Фридриха Даннеманна (2 тома.). Лейпциг, 1896, Т. I., стр. 194.

(2) "Храм природы, или Происхождение общества" Эразма Дарвина, издание, опубликованное в 1807 году, стр. 35.

(3) Барон де Кювье, "Теория Земли". Нью-Йорк, 1818, стр.74. (Это было введение к великой работе Кювье.)

(4) Роберт Чемберс, Пояснения: продолжение книги "Следы творения". Лондон, Черчилль, 1845, стр. 148-153.

ГЛАВА VII. МЕДИЦИНА ВОСЕМНАДЦАТОГО ВЕКА

(1) В сжатом виде из академических лекций доктора Бурхааве по теории физики. Лондон, 1751, стр. 77, 78. Лекции Бурхааве были опубликованы как "Афоризмы о познании и курандис Морбис", Лейден, 1709. К этой книге Ван Свитен написал комментарии, занявшие пять томов. Другой очень известной работой Бурхава является его "Институты и экспериментальная химия", Париж, 1724 г., зародыши которой были прочитаны в виде лекции о его назначении на кафедру химии в Лейденском университете в 1718 году.

(2) Исследование причин и эффектов вакцины против натуральной оспы и т.д., Эдвард Дженнер, доктор медицинских наук, Ф. Р.С. и т.д. Лондон, 1799, стр. 2-7. Он написал несколько других статей, большинство из которых были обращениями в Королевское общество. Его последней публикацией была "Влияние искусственных высыпаний при некоторых заболеваниях" (Лондон, 1822) - предмет, которому он уделил много времени и изучал его.

ГЛАВА VIII. МЕДИЦИНА ДЕВЯТНАДЦАТОГО ВЕКА

(1) Во введении к переводу работы Авенбрюггера, сделанному Корвизаром. Париж, 1808.

(2) Лаеннек, Посредническая традиция просвещения. Париж, 1819. Это была главная работа Лаеннека, и вскоре она была переведена на несколько разных языков. Перед публикацией этой книги он также написал "Положения о средневековой доктрине Гиппократов", Париж, 1804, и "Мемуары о видениях", написанные в том же году.

(3) Исследования, химические и философские, главным образом касающиеся закиси азота или дефлогистированного закисного воздуха и его дыхания, Хамфри Дэви. Лондон, 1800, стр. 479-556.

(4) Там же.

(5) Сведения об открытии анестезии см. в Отчете Совета попечителей Массачусетской больницы общего профиля, Бостон, 1888 год. Также, Спор об эфире: подтверждение больничных отчетов за 1848 год, Н. Л. Боудич, Бостон, 1848. Превосходный отчет приведен в журнале *Littell's Living Age* за март 1848 года, написанном Р. Х. Даной-младшим. Также есть два отчета Конгресса по вопросу открытия этеризации, один за 1848 год, другой за 1852 год.

(6) Симпсон обнаружил это открытие анестезирующих свойств хлороформа в докладе, прочитанном в Медико-хирургическом обществе Эдинбурга в марте 1847 г., примерно через три месяца после того, как он впервые увидел хирургическую операцию, проведенную пациенту, которому вводили эфир.

(7) Луи Пастер, Исследования по ферментации. Лондон, 1870.

(8) Louis Pasteur, in *Comptes Rendus des Sciences de L'Academie des Sciences*, vol. XCII., 1881, стр. 429-435.

ГЛАВА IX. НОВАЯ НАУКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ПСИХОЛОГИИ

(1) Сообщения Белла были направлены в Королевское общество, но его исследования и открытия в области анатомии нервной системы были собраны и опубликованы в 1824 году как "Изложение естественной нервной системы человеческого тела", являющееся повторным изданием статей, представленных Королевскому обществу по теме нервов.

(2) Маршалл Холл, доктор медицины, F.R.S.L., О рефлекторных функциях продолговатого и спинного мозга, в филологии. Пер. Королевского общества., том. XXXIII., 1833.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПЯТИ ТОМОВ

КНИГА I

- I. ДОИСТОРИЧЕСКАЯ НАУКА
 - II. ЕГИПЕТСКАЯ НАУКА
 - III. НАУКА ВАВИЛОНИИ И АССИРИИ
 - IV. РАЗРАБОТКА АЛФАВИТА
 - V. ЗАЧАТКИ ГРЕЧЕСКОЙ НАУКИ
 - VI. РАННИЕ ГРЕЧЕСКИЕ ФИЛОСОФЫ В ИТАЛИИ
 - VII. ГРЕЧЕСКАЯ НАУКА В РАННЕАТТИЧЕСКИЙ ПЕРИОД
 - VIII. ПОСТСОКРАТОВСКАЯ НАУКА В АФИНАХ - ПЛАТОН, АРИСТОТЕЛЬ И ТЕОФРАСТ
 - IX. ГРЕЧЕСКАЯ НАУКА АЛЕКСАНДРИЙСКОГО Или ЭЛЛИНИСТИЧЕСКОГО ПЕРИОДА
 - X. НАУКА РИМСКОГО ПЕРИОДА
 - XI. РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ ВЗГЛЯД НА КЛАССИЧЕСКУЮ НАУКУ
-

КНИГА II. ИСТОКИ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

- I. НАУКА В ТЕМНЫЕ ВЕКА
 - II. СРЕДНЕВЕКОВАЯ НАУКА У АРАБОВ
 - III. СРЕДНЕВЕКОВАЯ НАУКА На ЗАПАДЕ
 - IV. НОВАЯ КОСМОЛОГИЯ — ОТ КОПЕРНИКА До КЕПЛЕРА И ГАЛИЛЕЯ
 - V. ГАЛИЛЕЙ И НОВАЯ ФИЗИКА
 - VI. ДВЕ ПСЕВДОНАУКИ - АЛХИМИЯ И АСТРОЛОГИЯ
 - VII. ОТ ПАРАЦЕЛЬСА До ГАРВЕЯ
 - VIII. МЕДИЦИНА В ШЕСТНАДЦАТОМ И СЕМНАДЦАТОМ ВЕКАХ
 - IX. УЧЕНЫЕ-ФИЛОСОФЫ И НОВЫЕ УЧЕБНЫЕ ЗАВЕДЕНИЯ
 - X. ПРЕЕМНИКИ ГАЛИЛЕЯ В ФИЗИЧЕСКОЙ НАУКЕ
 - XI. НЬЮТОН И СОСТАВ СВЕТА
 - XII. НЬЮТОН И ЗАКОН ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ
 - XIII. ТОЧНЫЕ ПРИБОРЫ В ЭПОХУ НЬЮТОНА
 - XIV. ПРОГРЕСС В ЭЛЕКТРИЧЕСТВЕ От ГИЛБЕРТА И ФОН ГЕРИКЕ До ФРАНКЛИНА
 - XV. ЕСТЕСТВЕННАЯ ИСТОРИЯ ДО ВРЕМЕН ЛИННЕЯ
-

КНИГА III. СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

- I. ПРЕЕМНИКИ НЬЮТОНА В АСТРОНОМИИ
- II. ПРОГРЕСС СОВРЕМЕННОЙ АСТРОНОМИИ
- III. НОВАЯ НАУКА ПАЛЕОНТОЛОГИЯ
- IV. ПРОИСХОЖДЕНИЕ И РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННОЙ ГЕОЛОГИИ
- V. НОВАЯ НАУКА МЕТЕОРОЛОГИЯ
- VI. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕОРИИ ТЕПЛА И СВЕТА
- VII. СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА И МАГНЕТИЗМА

VIII. СОХРАНЕНИЕ ЭНЕРГИИ

IX. ЭФИР И ВЕСОМАЯ МАТЕРИЯ

КНИГА IV. СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ ХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

I. ТЕОРИЯ ФЛОГИСТОНА В ХИМИИ

II. ИСТОКИ СОВРЕМЕННОЙ ХИМИИ

III. ХИМИЯ СО ВРЕМЕН ДАЛЬТОНА

IV. АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ В ВОСЕМНАДЦАТОМ ВЕКЕ

V. АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ В ДЕВЯТНАДЦАТОМ ВЕКЕ

VI. ТЕОРИИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ

VII. МЕДИЦИНА ВОСЕМНАДЦАТОГО ВЕКА

VIII. МЕДИЦИНА ДЕВЯТНАДЦАТОГО ВЕКА

IX. НОВАЯ НАУКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ПСИХОЛОГИИ

X. НОВАЯ НАУКА ВОСТОЧНОЙ АРХЕОЛОГИИ

КНИГА V. АСПЕКТЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

I. БРИТАНСКИЙ МУЗЕЙ

II. ЛОНДОНСКОЕ КОРОЛЕВСКОЕ ОБЩЕСТВО ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЗНАНИЙ

III. КОРОЛЕВСКИЙ ИНСТИТУТ И НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

IV. НЕКОТОРЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ЛАБОРАТОРИИ И ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

V. МОРСКАЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ В НЕАПОЛЕ

VI. ЭРНСТ ГЕККЕЛЬ И НОВАЯ ЗООЛОГИЯ

VII. НЕКОТОРЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ ЛАБОРАТОРИИ И МЕДИЦИНСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

VII. НЕКОТОРЫЕ НЕРЕШЕННЫЕ НАУЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

IX. РЕТРОСПЕКТИВА И ПЕРСПЕКТИВА